



Master en Prehistoria y Arqueología

Trabajo Final de Master

Una aproximación *intra-site* a los suelos de ocupación magdalenenses en la Galería Inferior (La Garma, Cantabria)

Autor:
Camilo Barcia García

Dirección:
Alfredo M. Maximiano Castillejo

Temática:
Arqueología Espacial

Septiembre de 2013

Resumen

El Espacio puede concebirse como un medio en el que se interrelacionan entidades físico-materiales, siendo una pieza clave en la interpretación de los “contextos arqueológicos”. Las relaciones espaciales son generadas por fenómenos sociales y naturales potencialmente complejos, los cuales intervienen en la formación del registro arqueológico: en la recomposición de esos procesos es necesario recurrir al análisis espacial, para lo cual debemos dotarnos de un cuerpo metodológico adecuado. Esa metodología requiere una

formalización precisa y coherente de la “problemática espacial”, así como del empleo de técnicas cuantitativas para resolver objetivamente las hipótesis previamente planteadas. Por su potencial flexibilidad y solidez, la praxis heurística aparece como un entorno metodológico favorable para la Arqueología Espacial, abriendo la puerta al desarrollo de procedimientos analíticos que incluyan cualquier principio, técnica y reflexión que nos acerque a comprender y explicar los *espacios arqueológicos*.

Este trabajo se divide en dos bloques. Inicialmente se expone una revisión crítica de los procedimientos desarrollados hasta hoy día en cuestión de análisis espacial *intra-site*. En segundo lugar se plantea la naturaleza del “problema espacial” en arqueología desde una perspectiva *actualizada*, realizando una primera aproximación cuantitativa al análisis de las distribuciones espaciales de restos líticos en la “Zona IV” de la Galería Inferior de La Garma.

Abstract

Space can be conceived as a means in whom physical-material entities interrelate, becoming a key part in the interpretation of “archaeological contexts”. Spatial relations are generated by potentially complex social and natural phenomena, those are implicated in the formation of archaeological record: spatial analysis is necessary for recomposing these processes, so we need to elaborate an adequate methodological corpus. This methodology requires precise and coherent formalization of

“spatial problematic”, combined with quantitative techniques to resolve objectively previous hypothesis. By their potential flexibility and solidity, heuristic praxis appears as a favourable methodological framework in Spatial Archaeology, carrying new opportunities on developing analytic procedures, including every principle, technique or reflexion which brings us close understanding and explanations about *archaeological spaces*.

The following dissertation has been divided in two parts. At first, a critical revision of developed frameworks on *intra-site* spatial analysis until today is offered. At last, an actualized perspective of “spatial problematic” nature is proposed, giving a primary quantitative approach to the spatial distributions of lithic remains at “Zone IV” of La Garma’s Lower Gallery.

Agradecimientos

Sea inusual reservar así las primeras líneas, debo enorgullecerme de la Educación Pública que he recibido desde pequeño. De un modo u otro las personas que desde siempre la hacen posible han contribuido a que yo llegara hasta aquí. Con los vientos en contra soplando como pocas veces, qué menos...

Debo decir de Alfredo que ha sido un honor, no por protocolo o compromiso si no por habérselo *currao* de principio a fin: su cercanía y sus ganas han sido una grata sorpresa desde el principio, esos “bombardeos” han servido de inspiración una y otra vez, a mí, caótico y desordenado por naturaleza. Gracias por estar al pie del cañón.

A Pablo Arias le agradezco la confianza depositada, su disponibilidad y colaboración con los materiales, datos e ideas. A Adriana Chauvin el cederme tiempo y ganas echándome una mano con la industria lítica, adaptándose a las imprecisiones del trabajo.

Recuerdo a parte merecen Barna y l’Autònoma. Al equipo SAPPO por los brazos abiertos, los buenos momentos y lo mucho aprendido: Miquel, Oriol, Anna, Anabel, Maria, Buchra, Ferran, Hadia y el resto... *per aguantar-me, que no és poc: “šukran ktir, šebab”*.

Ya en lo íntimo; a mi familia les debo infinito, en este caso la paciencia conmigo y con un plan tan “exótico y volátil” como lo es apostar en arqueología. Sus esfuerzos por dejarme con los pies en la tierra no caen en saco roto.

Haría falta un diluvio de tinta para escribir sobre algunas personas, una segunda familia en realidad, saben quiénes son y no las nombraré. A pesar de la distancia siguen enseñándome lo más importante: cariño, rebeldía y coña son el aire que necesita la roca voladora que habitamos. *Sou el millor plaer, us trobo a faltar...*

How do you know I'm mad? – asked Alice.

You must be – said The Cat –,
or you wouldn't have come here.

Alice's Adventures in Wonderland

"Pig and pepper", chapter VI

Lewis Carroll

Contenidos

<i>Resumen y abstract</i>	iii
<i>Agradecimientos</i>	v
<i>Contenidos</i>	vii
<i>Lista de figuras</i>	ix
<i>Lista de tablas</i>	xii

1. Introducción: análisis espacial *intra-site*, por qué y para qué 14

2. El rol del espacio en arqueología: teoría y evolución del análisis espacial *intra-site* 17

2.1. Nociones previas sobre la complejidad del problema: formación del registro, epistemología arqueológica y ontología del espacio	17
2.1.1. Epistemología arqueológica y ontología del espacio	20
2.2. Métodos puramente visuales y descriptivos: las arqueologías tradicionales y estructuralistas	23
2.2.1. Las arqueologías tradicionales	24
2.2.2. Las arqueologías estructuralistas	24
2.2.3. Conclusiones	25
2.3. Métodos cuantitativos y nomotética: la <i>New Archaeology</i> y el mundo anglosajón	26
2.3.1. La evolución de la analítica espacial cuantitativa	27
2.4. Alternativas al <i>mainstream</i> occidental: las arqueologías marxistas y postprocesuales	33
2.4.1. Las arqueologías marxistas	34
2.4.2. Las arqueologías postprocesuales	36
2.5. La invasión tecnológica en Arqueología Espacial: Sistemas de Información Geográfica y últimas tendencias	38
2.5.1. Los Sistemas de Información Geográfica	39
2.5.2. El impacto de los SIG en la arqueología peninsular	41
2.5.3. Últimas tendencias en cuantificación espacial	43
2.6. ¿Reinventando el análisis <i>intra-site</i> ? <i>Before and after</i> , resumen y conclusiones	43

3. Caso de estudio: la ocupación magdalenense en la Zona IV (Galería Inferior)	48
3.1. La Galería Inferior de La Garma	50
3.2. La Zona IV	53
4. Articulación de la problemática espacial: metodología e instrumentos para su análisis	59
4.1. Estructurando el análisis intra-site: principios y metodología de la problemática	60
4.1.1. Breves fundamentos para estudiar el espacio	60
4.1.2. En la necesidad de una metodología cuantitativa y heurística	62
4.2. Detectando la <i>mecánica espacial</i> : series analíticas y representación gráfica	64
4.2.1. Notas sobre teoría estocástica	65
4.2.2. Descriptores estadísticos básicos	67
4.2.3. Tests de tendencia en la distribución	68
4.2.4. Visualización analítica de datos, variables y resultados	73
4.3. El problema espacial en casos específicos: aplicaciones sobre la industria lítica tallada de la “Zona IV”	77
4.3.1. La industria lítica tallada	78
4.3.2. Apuntes sobre la Galería Inferior	81
4.3.3. La formalización del problema espacial y las categorías de análisis	82
5. Resultados analíticos	85
5.1. Restos de talla	85
5.1.1. Descripción estadística básica	85
5.1.2. Análisis estructural de la distribución	89
5.2. Soportes en lasca	93
5.2.1. Descripción estadística básica	93
5.2.2. Análisis estructural de la distribución	95
5.3. Soportes en lámina	99
5.3.1. Descripción estadística básica	99
5.3.2. Análisis estructural de la distribución	101
5.4. Soportes retocados	104
5.4.1. Descripción estadística básica	105
5.4.2. Análisis estructural de la distribución	106
5.5. Comparación multivariante	107
5.5.1. Variabilidad en la distribución de la industria lítica entre “espacios antrópicos”	108
5.5.2. Consideraciones sobre el análisis funcional	110
5.5.3. La distribución de “restos de fauna” y su interrelación con otros elementos	111
5.6. Conclusiones analíticas y valoraciones	113
6. Conclusiones: discusión de resultados y reflexión final	116
6.1. Interpretación de resultados: agrupación, aleatoriedad... ¿y ahora qué?	116
6.1.1. Valoración del análisis y su potencial en este caso de estudio.....	116
6.1.2. Lectura arqueológica del análisis de la variabilidad espacial	117
6.2. Discusión sin-tesis: los clásicos, paradigmas pasivos y “cajas negras”; por una interdisciplinariedad real .	120

Lista de figuras

Figura 1

traducción del esquema comparativo entre los modelos paleontológico (a), y arqueológico (b) de la trayectoria tafonómica (extraído de Lyman, 2010: 7).

Figura 2

reproducción traducida del esquema de L. Wansnider sobre la evolución del análisis espacial en la arqueología procesual. Original de 1996, p. 326: «Fig. 1. Trends in quantitative spatial analysis».

Figura 3

ubicación regional del complejo arqueológico de La Garma y relación de la Galería Inferior con la orografía de la zona.

Figura 4

a la *izquierda*, planimetría general de la Galería Inferior. A la *derecha*, imágenes sobre el interior (en orden descendente: intermedio entre las “Zona VIII” y “IX”, y dos sobre la “Zona I”).

Figura 5

arriba, fotografías que muestran las distintas áreas y estructuras de la “Zona IV” (1 y 2), así como dos detalles de los suelos de ocupación (3 y 4). *Abajo*: planimetría de la “Zona IV”; se observan varias distribuciones de restos arqueológicos, columnas estalagmíticas (azul claro), estructuras A y B (delimitadas por las rocas naranjas y grises).

Figura 6

los ejes de las coordenadas cartesianas son 3 y proporcionan una localización “absoluta”. La parte sombreada (x, y) señala el plano transversal representado habitualmente en los mapas arqueológicos, en este caso de yacimientos.

Figura 7

los ejes de las coordenadas cartesianas son 3 y proporcionan una localización “absoluta”. La parte sombreada (x, y) señala el plano transversal representado habitualmente en los mapas arqueológicos, en este caso de yacimientos.

Figura 8

gráfico que ejemplifica los resultados obtenidos con la función K de Ripley. La función observada (verde) se compara con los límites mínimo y máximo teóricos de CSR (rojo). El eje de ordenadas indica los valores que toman tanto las dos funciones teóricas (límites de CSR) como la empírica (observada), mientras que la abscisa indica el valor de r ; es decir, cómo varía el grado de agrupación, aleatoriedad o uniformidad según la escala que ocupa el círculo sobre el que se calcula λ . Las imágenes muestran el tipo de gráfico resultante para cada función: (a) $\hat{K}(r)$; (b) $\hat{L}(r)$; (c) $\hat{L}(r) - r$. El ejemplo expuesto indica como la población empírica muestra una tendencia a la concentración de casos (supera el límite máximo para CSR) hasta $r = 0,4$; luego inicia un descenso de λ aproximándose a la aleatoriedad, pero antes de alcanzarla ($r = 0,9$) vuelve a remontar hacia la agrupación. En el ejemplo puede verse como la función empírica muestra oscilaciones graduales en el patrón a medida que se modifica la escala de observación, aun manteniéndose siempre dentro de los límites de una tendencia agrupada.

Figura 9

visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N = 95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel* univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x, y) de las áreas de la “Zona IV”.

Figura 10

K de Ripley para la distribución de “restos de talla”. *Estructura A*: se muestra un patrón agrupado temprano que incrementa la tendencia hasta que ésta queda estabilizada, lo que indica el parecido de la distribución respecto a un proceso binormal (agregación). *Estr. B*: patrón altamente agrupado desde el inicio que aumenta la tendencia hasta que alcanza un punto de inflexión, mostrando la concentración a esa escala y sobre una localización concreta. En cualquier caso se trata de un proceso de tal intensidad que “enmascara” otras tendencias potenciales, como la posible caída hacia la aleatoriedad en una escala mayor. *Exterior*: aunque la función *K* presenta un patrón agregado, las oscilaciones de la función empírica y su relativa proximidad con la simulación de CSR indican una tendencia hacia la aleatoriedad.

Figura 11

densidades kernel para la distribución de “restos de talla”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (NNA). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con *K de Ripley* para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades.

Figura 12

visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N = 95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel* univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x, y) de las áreas de la “Zona IV”.

Figura 13

K de Ripley para la distribución de “soportes en lasca”. *Estructura A*: se observa una fluctuación considerable dentro de unos márgenes de agrupación muy bajos; el patrón muestra una ligera agregación pero está próximo a la aleatoriedad. *Estr. B*: tendencia altamente agrupada desde el inicio que aumenta la tendencia hasta que alcanza un ligero punto de inflexión, momento coincidiendo con el modelo binormal (agrupación). *Exterior*: a pesar de que en distancias cortas pueda ser un tanto agrupado, el comportamiento a lo largo de la secuencia es aleatorio.

Figura 14

densidades kernel para la distribución de “soportes en lasca”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (NNA). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con *K de Ripley* para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades.

Figura 15

visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N = 95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel* univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x, y) de las áreas de la “Zona IV”.

Figura 16

K de Ripley para la distribución de “soportes en lámina”. *Estructura A*: comienza *aleatoriamente* y oscila demasiado para ser considerada como *agrupación*; a pesar de que sobrepase CSR no lo hace con una diferencia muy alta. *Estr. B*: inicialmente presenta cierta *aleatoriedad* pero luego se *agrupa* de forma creciente hasta que alcanza un punto de inflexión tras el que se estabiliza. *Exterior*: patrón fluctuante entre la *aleatoriedad* y la *agrupación* a diferentes distancias; la poca cantidad de casos ($N < 30$) en una superficie amplia puede generar esas oscilaciones, por lo que es una distribución potencialmente *aleatoria* a casi todos sus niveles.

Figura 17

densidades kernel para la distribución de “soportes laminares”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (*NNA*). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con *K* de Ripley para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades.

Figura 18

visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N = 95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel* univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x, y) de las áreas de la “Zona IV”.

Figura 19

K de Ripley para la distribución de “soportes retocados”. Se muestra un patrón agrupado temprano que incrementa la tendencia hasta que ésta queda estabilizada, luego muestra indicios de decaer hacia la *aleatoriedad*.

Figura 20

densidades kernel para la distribución de “soportes en lámina” en el exterior de las estructuras. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (*NNA*). A la izquierda, función gaussiana; a la derecha, función paraboloid/cuadrática.

Figura 21

resultados de la *interpolación por distancia inversa* de los valores 1 vs. 0 y un parámetro de suavizado $\delta = 0,1$. *Arriba*: dos perspectivas de la interpolación tras aplicar un “campo de alturas” y un “mapa de isolíneas” junto a un amplio espectro de colores en la visualización de resultados (alturas e isolíneas indican lo mismo, compensando las carencias prácticas de visibilidad del propio *software*). *Abajo*: el corte en el “campo de alturas” deja ver la **total coincidencia con los límites de las estructuras**. Los gráficos sectoriales se acompañan de una leyenda e indican las proporciones existentes entre las dos categorías (“1” y “0”); ambos grupos están separados en los gráficos.

Figura 21

densidades kernel para la distribución de “restos de fauna” en toda la “Zona IV”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull”. A la izquierda función gaussiana (*suavizado moderado, menor definición*), a la derecha función paraboloid/cuadrática (*suavizado acentuado, mayor resolución*); el radio r sobre el que se calcula el *kernel* es el mismo para las dos imágenes.

Figura 22

exploración visual-analítica mediante *kernel* bivalente (intensidad significativa al S. de las estructuras A y B) y función *K de Ripley* (patrón muy *agregado*) para los “restos de fauna” que poseen trazas de ocre.

Figura 23

ejemplo sobre la *discriminación de espacios* y lo que aquí se ha llamado “direccionalidad” en la interpretación del “proceso depositacional”. Se trata de una exploración, usando *kernel* bivalente y *K de Ripley*, acerca de la distribución de lascas y láminas en la Estructura B, donde ambas tenían resultados casi idénticos. El color rojo indica incremento de la tendencia agrupada (descenso de la distancia entre individuos), el verde indica aumento de la aleatoriedad (crece la separación entre restos líticos). Observado globalmente existe una acumulación en el SW. y una “aleatorización” hacia el NE., pero observados a menor escala ambos círculos poseen tendencias aleatorias. En el *kernel* queda reflejada la concentración (relativa) a través de la densidad y en *K de Ripley* se observa ese progresivo aumento de la acumulación y el progresivo descenso hacia la aleatoriedad. Estos cambios escalares quedan confirmados cuando se interpreta que la operación que realiza *K de Ripley* detecta el mayor nivel de agregación cuánta más área es incluida en el cálculo, es decir, cuando se compara la zona marcada como “de alta intensidad” por el *kernel* con aquella que tiene

unos niveles bajos, pero al mismo tiempo, la zona de mayor concentración tiene una tendencia aleatoria tal como indican los resultados del *NNA*.

Lista de tablas

Tabla 1

dataciones directas disponibles para la Zona IV de la Galería Inferior (^{14}C AMS). Traducción y adaptación de la tabla original publicada por P. Arias (2009: p. 283). Leyenda original: “Table 1. Radiocarbon determinations for the contexts discussed in the text”

Tabla 2

Inventario utilizado para la clasificación de la industria lítica tallada. Nota: se trata de coordenadas UTM, las cuales están abreviadas tal como indica la tabla (a cualquier localización espacial coordinada hay que sumarle las 4 y 5 cifras restantes).

Tabla 3

descriptores básicos de las distribuciones de “restos de talla” según los valores de x , y en cada sección espacial de la “Zona IV”.

Tabla 4

resultados del test *NNA* para “restos de talla” en cada una de las secciones de la “Zona IV”.

Tabla 5

descriptores básicos de las distribuciones de “soportes en lasca” según los valores de x , y en cada sección espacial de la “Zona IV”.

Tabla 6

resultados del test *NNA* para “soportes en lasca” en cada una de las secciones de la “Zona IV”.

Tabla 7

descriptores básicos de las distribuciones de “soportes en lasca” según los valores de x , y en cada sección espacial de la “Zona IV”.

Tabla 8

resultados del test *NNA* para “soportes en lámina” en cada una de las secciones de la “Zona IV”.

Tabla 9

descriptores básicos de las distribuciones de “soportes retocados” según los valores de x , y en cada sección espacial de la “Zona IV”.

Tabla 10

resultados del test *NNA* para “soportes retocados” en cada una de las secciones de la “Zona IV”.

(1)

Introducción: análisis espacial *intra-site*, por qué y para qué

En un nivel no-formal entendemos el Espacio como una estructura configurada por todos los elementos físicos que nos rodean, un entorno en el que tienen (su) lugar y se desarrollan las consecuencias materiales de los fenómenos físico-químicos, ecológicos, geológicos, sociales, etc., siendo junto al Tiempo la dimensión más perceptible y conocida de la Realidad. En términos más complejos, la perspectiva «relacional del Espacio» establece que ese “entorno estructural” está suscrito a la relación *entre* entidades y no a la posición de una entidad en un espacio preexistente («absoluto» y “contenedor de cosas”, planteamiento aristotélico); por lo que la *espacialidad* (percepción del espacio) se organiza en función del grado de relación entre elementos según las distancias que las separan (Harvey, 1969; Tobler, 1970; Sanz, 1993; Maximiano, 2005). Así pues, el análisis de la estructura espacial busca conocer las relaciones existentes entre las entidades físico-materiales para así intentar comprender e interpretar el siguiente planteamiento: “porqué las cosas están ahí y no en otro lugar”.

La propiedad espacial de los restos arqueológicos es registrada principalmente durante la “fase de recuperación” (intervención arqueológica: prospección, excavación, etc.), siendo luego procesados y depurados para contrastar las relaciones potenciales entre las evidencias materiales, los contextos arqueológicos y sus implicaciones espaciales. El estudio de los *espacios arqueológicos*, formados por las evidencias *contextuadas* del registro y que deben ser interpretados social e históricamente, son el objeto principal de la Arqueología Espacial en cualquiera de sus variantes. El objetivo de esta subdisciplina es estudiar el uso/gestión del espacio por parte de los grupos sociales a través de la distribución de sus restos materiales; en este caso, el presente trabajo trata sobre el análisis espacial a escala *intra-site*.

A finales de la década de los sesenta del siglo pasado, y desde entonces, la arqueología procesual aplicó técnicas cuantitativas al análisis de los *espacios arqueológicos*, tomando la estadística y los procesos estocásticos como guía; demostrando en repetidas

ocasiones que es una herramienta muy útil en la solución de problemáticas *intra-site*. Si bien esto no proporcionó la solución definitiva a la problemática espacial, debido principalmente a la ausencia de una teoría arqueológica del espacio, el escaso desarrollo formal del problema y las limitaciones técnicas (medios de computación) en el desarrollo de determinados tests, sí que marcó un hito en la objetividad analítica de la disciplina. A pesar de los esfuerzos invertidos, todavía hoy no existe consenso sobre una metodología estándar que reúna y coordine los conceptos y técnicas más adecuados, y menos aún sobre cómo efectuar la interpretación de la variabilidad espacial.

El presente trabajo aborda este último punto, entendido como una dificultad y una oportunidad a la vez. La interpretación de la variabilidad espacial es inherentemente compleja debido al extenso conjunto de factores y circunstancias que intervienen en la formación de una determinada distribución espacial de restos. Es posible tratar el problema espacial en arqueología mediante las técnicas cuantitativas adecuadas (al tipo de relación espacial de interés) y un enfoque metodológico de corte heurístico y flexible, sobretudo al enunciar el problema así como al hallar y combinar las herramientas pertinentes para alcanzar una interpretación, numérica y contrastable, de las distribuciones de evidencias arqueológicas.

La propuesta principal de este trabajo es obtener una interpretación acerca del espacio mediante una determinada serie analítica. Por ello, **este trabajo tiene como objetivo concreto la caracterización cuantitativa de las distribuciones de restos arqueológicos, a fin de establecer diferencias y recurrencias que permitan describir la estructura del espacio, e inferir el potencial uso social del mismo por parte de las personas que lo habitaron en el Pasado.**

El caso de estudio propuesto es la “Zona IV” de la Galería Inferior de La Garma, donde es posible detectar buena parte de los efectos de las acciones humanas en un ambiente tafonómico controlado. Dadas las características del yacimiento, las distribuciones observadas tendrán una “alteración” limitada y, en teoría, el análisis espacial se realiza directamente sobre los efectos de las acciones (a diferencia de gran parte de yacimientos). Aunque ello no suponga una mayor resolución interpretativa, sí se asume que las diferencias cuantitativas puedan manifestarse mejor que en casos arqueológicos más convencionales.

Esta propuesta tiene como referencia otros trabajos en los que la cuantificación y la “relacionalidad” espacial han sido fundamentales: G. Wünsch remarcó la necesidad de

diseñar categorías sociales de análisis y confirmar estadísticamente las hipótesis (1992, 1996). J. A. Barceló explicó las bases teóricas para una perspectiva relacional del Espacio-tiempo en Arqueología (2002, 2006). Finalmente sigue a A. M. Maximiano en la implementación teórico-metodológica de técnicas cuantitativas espaciales (2005, 2008, 2012). También encuentra inspiración en otros trabajos como la recuperación la perspectiva heurística en el análisis arqueológico de procesos espaciales no-lineales (Kintigh y Ammerman, 1982), estructurando y ordenando una metodología coherente en la que incluir los tests estadísticos necesarios (Djindjian, 1999). Empleando también el *software* como herramienta de visualización analítica (Craig *et alii*, 2006; Gallotti *et alii*, 2012), con intención de comprender mejor los elementos, dinámicas y fenómenos arqueológicos a partir de la representación de la información (Gooding, 2008; Llobera, 2011).

Este trabajo se compone de 6 capítulos. El segundo capítulo contiene una breve aproximación a la dimensión espacial en arqueología y una revisión de la evolución del análisis espacial *intra-site*. En el tercero se presenta el caso de estudio sobre el que se aplicará la serie analítica; al tratarse de un yacimiento que está aún en fase de estudio se ha optado por una síntesis de algunos aspectos concretos: distribución de la industria lítica y estructuras construidas. En la cuarta parte se plantean los principios teórico-metodológicos, la implementación de técnicas y las hipótesis a resolver mediante el análisis espacial. En el capítulo 5 lugar se aplican las series analíticas propuestas, mostrando los resultados y su representación gráfica. Al final (cap. 6) se discuten los resultados en relación a las hipótesis previas y la problemática, además de valorar el papel del análisis espacial en la disciplina arqueológica.

(2)

El rol del espacio en arqueología: teoría y evolución del análisis espacial *intra-site*

En este capítulo se trata la dimensión espacial en arqueología y cómo ha sido estudiada hasta la actualidad; asimismo se aclaran conceptos importantes para entender su complejidad (*transformación tafonómica, localización espacial, espacio absoluto y espacio relacional, causalidad arqueológica*, etc.). Para enfatizar esa dificultad se ha optado por un “estado de la cuestión” crítico, combinando elementos sobre la naturaleza del Registro Arqueológico desde un recorrido historiográfico por las principales corrientes de la Arqueología. Aunque pueden ser leídos independientemente, el actual ejerce de introducción al capítulo 4.

2.1. Nociones previas sobre la complejidad del problema: formación del registro, epistemología arqueológica y ontología espacial

Todo resto arqueológico tiene una naturaleza física, por lo que espacialidad y temporalidad son propiedades inherentes; es decir, cada elemento guarda información de ambos tipos. La causalidad en la localización de las entidades materiales es un aspecto significativo para la comprensión de los contextos arqueológicos, sea en referencia a la última depositación (*tafonómica*) o al entorno social al que pertenecieron los restos. En este sentido la Arqueología aparece como una disciplina con un importante carácter espacial, puesto que el objeto de estudio son datos sobre entidades transformadas que nunca pierden sus propiedades físicas (la espacialidad entre ellas).

El Registro Arqueológico se compone de una doble parcialidad: la provocada por la naturaleza (condiciones de conservación) y por la investigación (discriminación de

información). Así pues, si por acción general de la Tafonomía¹ los restos arqueológicos son la “evidencia fraccionada” que una sociedad deja tras de sí (1^a), el registro es una información tomada arbitrariamente sobre esos restos (2^a). Es decir, los datos no se componen de todas las variables posibles si no por aquellas que se consideran *significativas*, siendo el registro una *muestra* menor respecto a la fracción que suponen ya de por sí los restos arqueológicos (figura 1) (Bate, 1998).

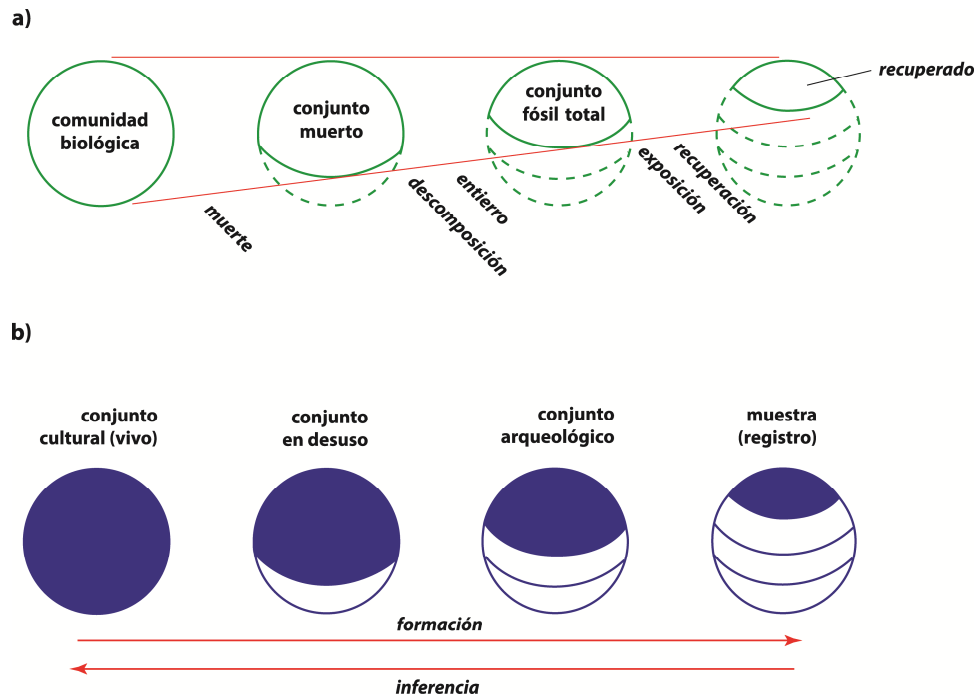


Figura 1: traducción del esquema comparativo entre los modelos paleontológico (a), y arqueológico (b) de la trayectoria tafonómica (extraído de Lyman, 2010: p. 7)

(Software: montaje con Adobe Illustrator CS6)

Todo esto apunta hacia la inherente complejidad que existe en cada especialidad de la disciplina, incluida también la Arqueología Espacial. La información espaciotemporal es útil para mostrar trazas sobre las potenciales causas y circunstancias de una ubicación específica. En tal causalidad se imbrican intenciones sociales (factores ideales), acciones humanas y restricciones naturales (factores físicos), generando una «intersección» de variables que intervienen y codifican las acciones y sus consecuencias en el tiempo y el espacio (Barceló *et alii*, 2006). Si la existencia de una entidad material

¹ I. A. Efremov definió la Tafonomía como «*the study of the transition (in all its details) of animal remains from the biosphere into the lithosphere*» (1940: 85), siendo un proceso que solo afecta a la materia viva tras su muerte (Lyman, 2010). Aun así, entre la realidad material de una sociedad y sus restos arqueológicos existe una dinámica de estructura similar pero con características propias, denominada «tafonomía de los artefactos». Constituye, si se quiere, un proceso de tránsito desde la “esfera social” a la “arqueológica”, momento en que es recuperado por la intervención (Schiffer, 1972, 1983, 1987; Gifford, 1981; Butzer, 1982; Stein, 1990; Castro *et alii*, 1993; Rapp y Hill, 2006; Jiménez, 2008, etc.).

está definida por la coincidencia o intersección de un conjunto de propiedades físicas en el espacio y el tiempo, la *localización* puede concebirse en términos de *extensión* y *sucesión*. Es decir, esa entidad tiene una extensión espacial limitada (asimilable al volumen) mientras dure la intersección de sus propiedades físicas en condiciones similares (sucesión temporal), esto es, mientras mantiene en todos sus puntos las características que le son propias y no otras. De tal modo, puesto que los restos arqueológicos responden a diversas intencionalidades, la *extensión* y la *sucesión* de una entidad física se relacionarán también con su causalidad. Asimismo, según el grado o la escala de análisis dicha óptica puede adaptarse a varios tipos de datos, desde objetos discretos a variables regionalizadas. Si bien en arqueología el espacio y el tiempo se segregan por cuestiones operativas y metodológicas, la relación real entre ambos los hace inseparables a nivel onto- y epistemológico. De este modo la localización es una consecuencia provocada por la relación de simultaneidad entre diversas variables (físico-materiales y socio-intencionales); el “punto” o “vector” con el que caracterizamos la variabilidad espacial en un espacio euclídeo, o en un eje cronológico, son solo instrumentos técnicos para su representación.

La *localización* es una de las bases empíricas sobre la que reconstruir, según lo expuesto, parte de los procesos causales de los restos distribuidos espacialmente, convirtiéndose luego en inferencias históricas. Cualquier elemento relacionado con una sociedad tiene un determinado recorrido tafonómico que lo incorpora a la “esfera arqueológica”: la *extensión espacial* se conserva pero la *sucesión temporal* transforma su naturaleza, viéndose reflejada espacialmente en relaciones y estratigrafías (verticalidad, superposición, palimpsestos...). Por este motivo el análisis espacial trabaja con el espacio registrado durante la intervención arqueológica (geodatos), pero lo analiza espaciotemporalmente porque a través del espacio se manifiesta información de ambos tipos. La finalidad es “recorrer a la inversa” el camino trazado por la tafonomía, el cual separa los datos sobre un resto de la sociedad que lo generó (*sensu* Barceló, 2006, 2007a; *vid.* figura 1: b). Dicho de otro modo, toda acción humana ocurre en un lugar y una parte de sus consecuencias materiales pueden ser recuperadas: lo que anteriormente fue un ítem en un lugar y momento concretos, dentro de un marco histórico, ahora es un *proxy* de ello situado espacialmente en un contexto arqueológico al que se le asigna una temporalidad (Barceló, 2002, 2006, 2007a; Maximiano, 2005, 2008).

2.1.1. Epistemología arqueológica y ontología del espacio

La práctica arqueológica, como cualquier investigación sobre el Entorno, es un procedimiento que racionaliza la percepción sobre el medio con tal de explicarlo y facilitar su comprensión. Por tanto, la comunidad científica

“...do not study the past, they *create it*. What they study is the archaeological record. The *created past* is only as correct as the understanding of the properties of the archaeological record, and the processes that brought these properties into being...”
(Binford, 1986: p. 51, énfasis añadido)

El Pasado es una *construcción* epistemológica, una convención o un acuerdo intersubjetivo, puesto que nuestra capacidad de *inferir* sobre él radica en la validez dada a los mecanismos que desarrollamos para obtener conocimiento (Gibbon, 2005). Esto conlleva que la Historia de la Arqueología haya evolucionado según la relación entre teoría y práctica, girando constantemente en torno a cómo se relacionan “lo original” y “lo hallado”. Es decir, en cómo se elabora y justifica el *significado* de los restos y su interpretación histórica. Si bien lo expuesto más arriba tiene un sesgo materialista y uniformitario no siempre compartido por las corrientes arqueológicas, la propia realidad arqueológica hace que el entorno espacial esté siempre presente, pudiendo retraer su análisis hasta los inicios de la disciplina. No fue hasta el siglo XIX que empezó su recorrido moderno hasta alcanzar un “status científico” (Trigger, 1989), pero es la *re-*evolución desde mediados del siglo XX la que aquí nos interesa. La Arqueología aspira a *significar* la evidencia puesto que sobre ella se elabora la inferencia histórica, para lo cual se han desarrollado diversas propuestas que buscan saber *qué es* y *cómo* interpretar el registro, combinando bases teóricas con marcos metodológicos en consonancia.

El núcleo de la disciplina es la articulación operativa entre teoría y práctica para dar una explicación sobre lo empírico. Así pues, deben distinguirse premisas, hipótesis, métodos y técnicas: las primeras son producto de supuestos teóricos demostrados sobre los que mediante la lógica se plantean hipótesis que orientan la investigación. El método es el procedimiento que dirige justificadamente las fases de un estudio, llevando a adoptar o refutar planteamientos y englobando las técnicas, que son las herramientas usadas en la toma y procesamiento de los datos que se analizan. De este modo, cualquier investigación requiere de la estructuración y sistematización de los conocimientos

existentes acerca del objeto de estudio, a la par que se converge en un *corpus* teórico-metodológico que oriente el conjunto. Este es uno de los objetivos principales de este trabajo: entender la naturaleza de la problemática espacial en arqueología, su envergadura, complejidad y formas de estudio. Todo ello se profundizará en el capítulo 4, donde se define la orientación analítica; en éste se tratan los aciertos y los desajustes desarrollados hasta la actualidad, en un intento por comprender globalmente no solo las implicaciones y el estudio del espacio, si no también la relación de la misma Arqueología con una de sus especialidades.

La evolución del análisis espacial en arqueología puede observarse en cada corriente teórica² a partir de tres aspectos: primero, qué es de por sí el espacio (al modo de «altos principios» u ontología). Segundo, qué representa y cómo se materializa ese espacio en el registro arqueológico; y tercero, cómo a razón de lo anterior, todo el conjunto de evidencias se analiza de manera coherente y efectiva. Estas tres facetas subyacen en la teoría arqueológica, condicionando la forma en que se concibe y aborda cualquier análisis (Schiffer, 1988; Trigger, 1989: 19-24; Lull y Micó, 1997: 107-109; Bate, 1998; Johnson, 1999; Fernández-Martínez, 2000; Criado, 2012). Una vez más, y como veremos más abajo, ese condicionamiento está implícito en todo el proceso: *cómo* se tratan los datos siempre guarda una estrecha relación con la definición hecha y su consideración. Es decir, la metodología empleada y sus técnicas ni carecen ni sobrepasan los objetivos teóricos, si no que cumplen con ellos y solo se cambian por otras “nuevas” cuando las existentes no les den respuesta³.

Desde hace algunos siglos la percepción del espacio y su representación analítica ha tenido dos formulaciones: la absoluta y la relacional⁴. Se trata de concepciones ontológico-filosóficas que vertebran la naturaleza *esencial* del espacio, condicionando axiomas, premisas e hipótesis y su conjugación con determinado procedimiento analítico (Harvey, 1969; Sanz, 1993). Así pues, el punto de vista “absoluto” supone que *una cosa*⁵

² Aunque aquí se generaliza cabe recordar que ninguna corriente es homogénea ya que hay divergencia y variaciones en cada una, motivo por el cual emplearé el plural “arqueologías”. Ni planteamientos ni argumentos muy específicos serán tratados en detalle debido a la extensión que necesitaría, pero también porque los objetivos de este trabajo no lo requieren. Desgraciadamente en Arqueología Espacial no son comunes los análisis globales y profundos al respecto, mucho menos en publicaciones accesibles, en las que se ha tratado de manera testimonial. No obstante esto sí se ha dado en la “literatura gris”, caso de las tesis doctorales de G. Wunsch (1992), J. Adánez (1998) y M. Pallarés (2000), entre otros.

³ Lo que ha sido una constante en la disciplina, contribuyendo a su desarrollo y consolidación interdisciplinar como “la quintaesencia de la interdisciplinariedad” (Schiffer, 1988: p. 463). Una muy básica y popular síntesis de esa complejidad fue hecha por C. Renfrew y P. Bahn (1991), disfrutando de numerosas reediciones.

⁴ La perspectiva absoluta tiene un largo recorrido, remontándose hasta las concepciones aristotélicas y euclidianas, las cuales fueron adoptadas por Isaac Newton como premisas necesarias para su modelo de mecánica de fuerzas. La relacional fue propuesta por Gottfried Leibniz y fue influyente para el desarrollo de la Relatividad de Albert Einstein; modelo al que deben sumarse el Principio de Incertidumbre de Heisenberg y el desarrollo de la probabilidad.

⁵ Con la expresión “una cosa” pretendo sintetizar la variedad de manifestaciones empíricas posibles en nuestro universo ya que éstas van más allá de la materia, caso de la energía, las fuerzas, las ondas o el magnetismo. Aún siendo difíciles de constatar arqueológicamente, podrían

requiere de tiempo y espacio, con lo que se asume que deben existir como condición previa a ésta, la cual se desenvuelve *dentro* de ellos (espacio como contenedor). Tiempo y Espacio son estables y uniformes, medibles siempre bajo los mismos criterios, pudiendo segregarlos de todo lo demás y figurando como un atributo de las *cosas*. Es obligado en ello el uso de la Geometría, sobretodo de la euclidiana. La perspectiva “relacional”, en cambio, sostiene que el espacio-tiempo (intrínseco y simultáneo) se define en relación a *cosas*. Es decir, el espacio *es* a tenor de la no coincidencia espacial, o “distanciamiento”, entre localizaciones que sí comparten temporalidad. El entorno de medición se halla en la Topología; ésta es relativa y responde simultáneamente a las dos propiedades, siendo el «evento» (*vid.* 4.2.1) el concepto que mejor se adapta⁶. Sin embargo, las implicaciones prácticas de ambas perspectivas no son excluyentes y pueden complementarse, puesto que responden a inquietudes y problemáticas distintas; si bien son preceptos ontológicos también pueden adoptarse como enfoques metodológicos o medios técnicos. Es decir, pueden combinarse y manipularse siempre que se respeten sus propiedades, como si se tratara de «traducir un lenguaje» (Harvey, 1969: 179-229). Una breve ilustración es *a grosso modo* el de las coordenadas cartesianas, que fueron concebidas para medir “absolutamente” un espacio: por ejemplo, el de una excavación en extensión donde se traza una cuadrícula a partir de un “punto cero”. Las medidas absolutas simplifican la toma de datos y luego pueden usarse como referente para medir *relaciones* entre localizaciones; por ej. la que representan las ubicaciones de unos artefactos en esa cuadrícula mediante coordenados tridimensionales⁷.

En definitiva, si bien existen diferencias entre ambas, en ocasiones y *a posteriori* se les ha concedido mayor importancia de la que tuvieron en su momento, esto es, de si cada corriente teórica las tuvo o no en cuenta. Cuando éstas cobran importancia es en el instante en que son postuladas conscientemente en la investigación, condicionando un trasfondo explicitado según los objetivos y las vías escogidas para resolver una cuestión (Guillamón y Wunsch, 1989;

añadirse las propias ideas, si bien la cognición puede identificarse como “energía” al tratarse de impulsos neuronales. Además, la teoría (filosófica) del espacio trasciende los restos arqueológicos materiales, por ello “cosa” refiere cada elemento que puede observarse y aprehenderse.

⁶ Según lo desarrollado por Hermann Minkowski y suscrita luego por Einstein, la espacialidad se descompone en las tres dimensiones euclídeas clásicas y se fusiona a una cuarta, la temporal. Esto cambia el “punto” (euclídeo y estático) a “evento” espaciotemporal (de mayor dinamismo). Aunque no tiene connotaciones relacionales, la referencia es el “evento” ya que permite captar integralmente la complejidad de los fenómenos.

⁷ Se refiere a que las coordenadas cartesianas son un soporte polivalente sobre el que luego estructurar el análisis del espacio, siendo su primera aplicación en arqueología la llevada a cabo en las cuevas del Sur de Francia por G. Laplace-Jaurette y L. Méroc (1954a, 1954b; Laplace, 1971). Queda pues en evidencia como, media centuria más tarde, se sigue registrando la localización con una técnica de “geometría absoluta” mientras su estudio permite *traducirlas* posteriormente en medidas topológicas.

Zubrow, 2005a, 2005b; Barceló 2002, 2006; *et alii*, 2006; Conolly y Lake, 2006; Maximiano, 2005, 2008, etc.).

Debido a los límites y finalidad de este trabajo, no me extenderé más que en los ámbitos que directamente conciernen a los objetivos propuestos en la introducción (metodología, cuantificación...). Dada la evolución indisoluble entre teoría y práctica en función del «paradigma construido», el propósito es conocer los términos que sostienen y hacen (o no) efectivo el análisis espacial en Arqueología. Qué preguntas arqueológicas se plantean y para qué, cómo se resuelven y porqué. Contemplado desde la actualidad, el debate arqueológico sobre la naturaleza y significación del registro alcanzó su auge en la segunda mitad del siglo XX (Trigger, 1989; Fernández-Martínez, 2000; Hodder y Hudson, 2003). El desarrollo exponencial de la Ciencia y la tecnología, un mundo dividido en dos bloques y la crisis cultural acumulada en Occidente concluyeron en múltiples reacciones que oscilaron entre el idealismo, el neopositivismo, el relativismo o la crítica social, impactando en la forma de entender y hacer arqueología. Cada tendencia arqueológica es un producto de su época y contexto, con todo lo que eso conlleva en Ciencia Social, mas no por esto son desacreditables: lo que es “cierto” y funciona o explica satisfactoriamente un fenómeno lo será con independencia de su contexto, y debería mantenerse hasta que sea refutado o desplazado. Al igual que en la Historia de la Ciencia, cada corriente se sustentaba en la voluntad de redefinir, perfeccionar o superar los esquemas vigentes considerados inválidos, acientíficos o limitados, consiguiéndolo con mayor o menor fortuna y rigurosidad.

2.2. Métodos puramente visuales y descriptivos: las arqueologías tradicionales y estructuralistas

Ambas corrientes están asociadas a una ontología de tipo idealista, esto es, que en buena medida la voluntad y las intenciones humanas se plasman en la materialidad resultante. No obstante tradicionales y estructuralistas fueron muy diferentes en planteamientos y objetivos, pero se las equipara ya que compartieron metodologías similares. Esto se explica por lo mencionado anteriormente: la definición de lo que se busca concuerda con la forma de encontrarlo, por lo que en algunos aspectos no difirieron demasiado. Se buscaron estructuras y áreas que contextualizaran los hallazgos, siendo distinguibles a

simple vista puesto que la categorización de las entidades subyace en atributos formales y cualitativos. Éstos podían identificarse mediante reflexión hermenéutica y la comparación indiscriminada con ejemplos arqueológicos y etnográficos.

2.2.1. Las arqueologías tradicionales:

Las arqueologías tradicionales, en ocasiones llamadas «histórico-culturales», se mantuvieron en lugar hegemónico hasta mediados del siglo XX, perdurando más allá en entornos académicamente conservadores y en círculos locales. En sus inicios partían de la noción de Cultura como conjunto de particularidades idiosincrásicas y distintivas, innatas a un grupo y reflejadas en los restos materiales recuperados, por lo que los cambios solían atribuirse a la interacción directa e indirecta de unas culturas sobre otras (Trigger, 1989: 148-206). Fruto de ello, y sustentada en una excesiva taxonomización, la investigación extraía sus conclusiones mediante inducción y hermenéutica, mostrando una potencial subjetividad derivada del criterio personal (Lull y Micó, 1997), muy constatado en los términos poco explícitos de meros ensayos descriptivos. Debido a una praxis vagamente establecida tales arqueologías suelen considerarse “acientíficas”. Aún en su evolución, integrándose en la funcionalidad y la interdisciplinariedad (Lumley, 1969), el trasfondo no cambió y el calado de las inferencias seguía siendo poco explicativo, persistiendo en la descripción y divagación empática sin un método claro. El objetivo era relatar el “estilo de vida” de manera generalista, y para el espacio se practicó la analogía y el tipologismo de las «estructuras de hábitat» (fondos de cabaña, áreas de habitación y circulación, agujeros de poste, hogares, etc.) con un escaso o nulo desarrollo sobre las posibles relaciones espaciales. En sí se trató más bien de realizar exhaustivos compendios narrativos sobre el «hábitat» (Lumley *et alii*, 1969; Boone, 1976; Lumley y Boone, 1976a, 1976b), sin definirlo con exactitud, en vez de hacer un análisis en profundidad. Eso dejó las conclusiones en manos de la lógica, la “verosimilitud” y la comparación.

2.2.2. Las arqueologías estructuralistas:

Desde la Antropología Estructural francófona de mediados del siglo XX, la “Etnología de la Prehistoria” estableció que lo material es un medio por el cual se manifiesta la estructura lógica del pensamiento humano, manteniendo códigos comunes

a todas las sociedades (Hodder y Hutson, 2003: 45-65). Según la adaptación de André Leroi-Gourhan (1964, 1965), a partir de una lógica binaria y secuencial de asociación y oposición ideográfica sería posible inducir recurrencias en el pensamiento social, reflejado materialmente por la gestión de la acción *técnica*⁸. Puesto que todo está relacionado, el «esqueleto tecno-económico» dará cuenta desde la organización social a la cosmología.⁹ Así pues, el espacio es considerado como un «medio técnico eficaz»¹⁰ que condensa, en todo su conjunto estructural, la reproducción de un determinado orden social. Se parte pues de la formalización de áreas interiores y exteriores, domésticas/públicas, descanso/actividad, etc. a partir de sus contenidos, caso de estructuras, objetos y restos. Se ejerce así una división entre las “áreas evidentes”, a partir de elementos visibles como hogares o fondos de cabaña, y las “latentes” (según la relación de significados interpretativos). Luego son explicadas según su articulación y la repartición de sus contenidos (Leroi-Gourhan y Brezillon, 1972; Leroi-Gourhan, 1976; Rigaud, 1976).

2.2.3. Conclusiones:

El uso de la visualización simple y la analogía etnográfica fueron las primeras técnicas propuestas, con poca exploración y análisis de datos y sin la mediación de otras externas. Cabe recordar que el uso de isolíneas de densidad, por ejemplo, es meramente orientativo debido a que su capacidad es solo descriptiva (*vid.* Leroi-Gourhan y Brezillon, 1972). El análisis espacial se orientaba, en el mejor de los casos, a la detección de patrones espaciales a través de la observación y la analogía entre conjuntos, tipos o áreas, categorías con implicaciones *ad hoc* que eran trasladadas a la interpretación arqueológica (Desbrosse y Kozłowski, 1994). A pesar de las diferencias ambas escuelas tuvieron prácticas tipologistas y subjetivas, con lo que las críticas de fondo son semejantes (Wünsch y Guillamón, 1986; Wünsch, 1992; Pallarés, 2000: 15-44). Sin

⁸ Según este autor la relación entre materialidad y cognición es una cuestión de “técnica”:

«La technique est à la fois geste et outil, organisés en chaîne par une véritable syntaxe qui donne aux séries opératoire à la fois leur fixité et leur souplesse. La syntaxe opératoire est proposée par la mémoire et naît entre le cerveau et le milieu matériel.» (Leroi-Gourhan, 1964: 164).

⁹ Aunque he optado por la calificación más común (ontología idealista), la filosofía de Leroi-Gourhan es compleja y defiende que la cognición nace de la interacción somática, dando al pensamiento un lugar preeminente en su interacción con el entorno:

«Admettre la réalité du monde de la pensée en face du monde de la matière, affirmer même que le second n'est vivant que par l'effet du premier, n'ôte rien au fait que la pensée se traduit en matière organisée et que cette organisation marque directement, dans des modalités variables, tous les états de la vie humaine. [...] l'étroite connexion du comportement social et de l'appareil techno-économique, dans une dialectique comparable à celle des rapports de l'appareil corporal et de la pensée portée par le système nerveux. [...] c'est bien par le squelette techno-économique que l'étude doit débiter [...]» (1964: p. 209).

¹⁰ *«L'organisation de l'espace habité n'est pas seulement une commodité technique, d'est, au même titre que le langage, l'expression symbolique d'un comportement globalement humain. Dans tous les groupes humains qui soient connus, l'habitat répond à une triple nécessité: celle de créer un milieu techniquement efficace, celle d'assurer un cadre au système social, celle de mettre de l'ordre, à partir d'un point, dans l'univers environnant. [...] tout habitat est évidemment un instrument [...]»* (1965: p.150).

resaltar el nulo debate tafonómico, aquí nos compete la compartimentación apriorística del espacio y los modelos hermenéuticos, rígidos y sin capacidad de contraste más allá de recurrencias y analogías, además de la subjetividad inherente en las técnicas visuales, dependientes de la experiencia e “imaginación” individual.

2.3. Métodos cuantitativos y nomotética: la *New Archaeology* y el mundo anglosajón

A partir de la renovación académica del funcionalismo antropológico y arqueológico en los Estados Unidos¹¹, en paralelo a la Escuela Paleoeconómica de Cambridge, se inauguró un nuevo ciclo desde inicios de los 60 que se extendió por toda la órbita anglosajona. A grandes rasgos lo que se propuso durante esa década y la siguiente fue, de un lado, la aplicación de la metodología nomológica de las Ciencias Naturales y, por otro, entender la Arqueología en términos antropológicos, buscando regularidades en los comportamientos culturales (Trigger, 1989: 289-328). La Cultura, formada por los restos arqueológicos, era presentada desde una óptica materialista, con un carácter sistémico a merced de la Evolución¹². Ello supuso interpretarla bajo criterios neopositivistas, neoevolucionistas y funcionalistas, como un «mecanismo extrasomático de adaptación» social al medio (Binford, 1972; Butzer, 1982). Mediante el método hipotético-deductivo se proponía un modelo inicial que debía contrastarse empíricamente (Clarke, 1968, 1972; Fritz y Plog, 1970; Watson *et alii*, 1971; Watson, 1973, 1991). Esto se hacía mediante la cuantificación numérica de variables y la aplicación de la teoría del rango medio (*“middle-range theory”*), sobre los que se diagnosticaban y formalizaban significados y asociaciones causa-efecto entre los restos “estáticos” y las “dinámicas” sociales causales (Binford, 1972, 1977, 1981, 1983). La *construcción* de esa relación, con la que articular teoría y práctica, parte del argumento por el que la uniformidad del comportamiento humano permite extrapolar al pasado buena parte de las observaciones actuales. De ese modo cobraron relevancia las dinámicas etnográficas, siendo en este contexto donde surgieron la Etnoarqueología, la

¹¹ Los escritos iniciales de L. R. Binford (recopilados en 1972) suelen considerarse como uno de los “manifiestos” fundacionales.

¹² Adaptación de la Teoría General de Sistemas de L. von Bertalanffy (1950): la entidad estudiada es un sistema complejo, pudiendo subdividirse para que el comportamiento de cada parte sea sistemáticamente analizado y luego reintegrado para una explicación holística. La «Nueva Arqueología» y el Materialismo Cultural en antropología usaron la interrelación, retroalimentación y reajuste entre subsistemas (social, económico, ecológico, tecnológico, etc.) como explicación a los cambios: si por naturaleza se tiende a la homeostasis, el desequilibrio en una de las partes produce el reajuste adaptativo de las otras.

Arqueología Experimental, la Geoarqueología y la incorporación de la Etología (Clarke, 1977b; Yellen, 1977; Wood y Johnson, 1978; Gould, 1980; Gifford, 1981; Hodder, 1982; Binford, 1983; Kent, 1987b; Schiffer, 1987; Kroll y Price, 1991, etc).

A pesar de llevar la praxis arqueológica al cientifismo y la extrema complejidad teórico-metodológica (Schiffer, 1988; Renfrew y Bahn, 1991; Watson, 1991), existen diversas críticas al respecto. Los ejemplos más claros son la aplicación de un mecanicismo rígido y generalista, excesivo en ciencia social¹³; crear axiomas débiles sobre los que desplegar la deducción; y dotar a la cultura de un carácter externo a las relaciones y decisiones sociales, aceptando un cambio cultural poco influenciado por ellas (Lull y Micó, 1998; Hodder y Hutson, 2003: 20-44). Sin embargo en lo que aquí nos concierne, el paradigma procesual resulta fundamental en materia analítico-metodológica. Esto se debe a que plantear los restos arqueológicos como parte integral de subsistemas condujo a analizar detalladamente sus asociaciones, desarrollando epistemologías específicas (Clarke, 1968). La cuantificación se planteó entonces como vía sistemática, formal y objetiva (científica, refutable) de describir, resumir y representar datos y sobre la que apoyar las conclusiones desde la inducción probabilística. Para ello se vinculó el grado de asociación y dependencia entre variables a los conceptos analíticos de covariación y correlación (Clark y Stafford, 1982; Read, 1989, 1990; Ammerman, 1992). Aunque el procedimiento no estuvo exento de errores y complicaciones innecesarias (señalados por Thomas, 1978), supuso un enorme avance en la representación y relación de datos, empleando matemática y estadística inferencial junto a índices de probabilidad y teoría estocástica, lo cual ha ido consolidándose hasta la actualidad (Orton, 1980; Shennan, 1988; Baxter, 1994, 2003; Aldenderfer, 1998; Barceló, 2007b, entre otros).

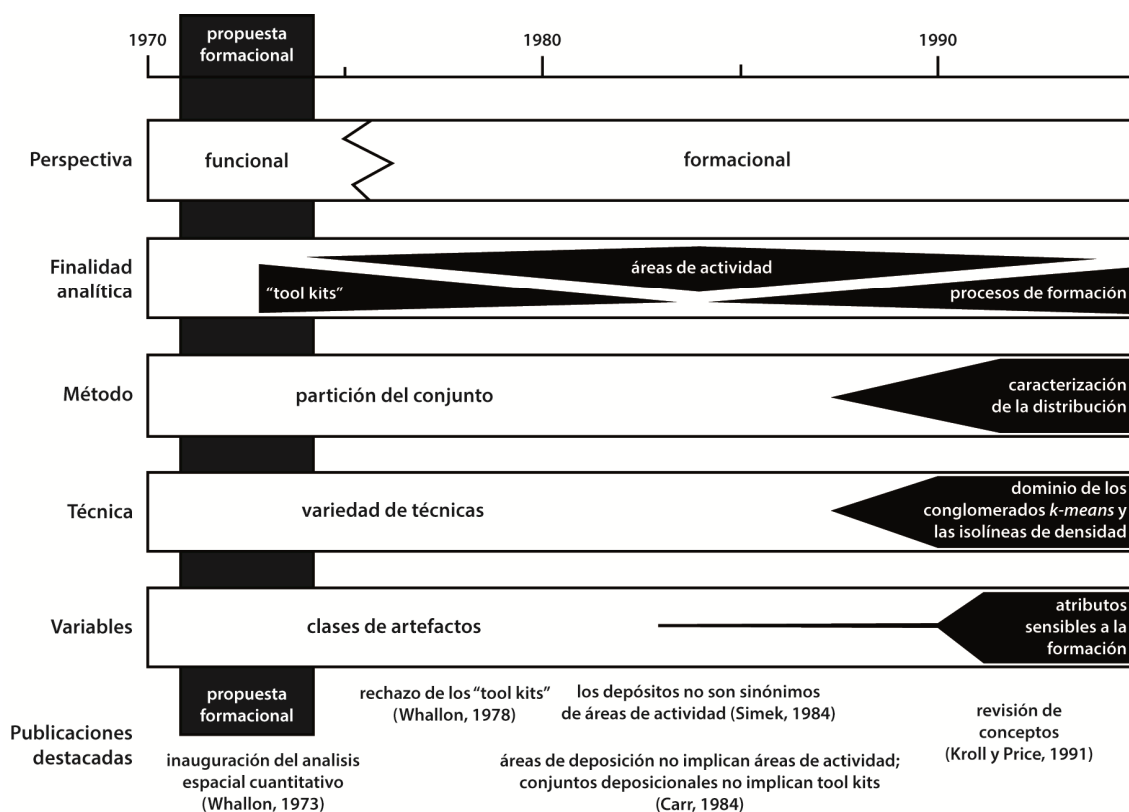
2.3.1. La evolución de la analítica espacial cuantitativa:

En los términos preescritos teóricamente, el espacio era el lugar donde grupos humanos se desenvolvían según su interacción con otros y con el medio, por tanto era un condicionante de los recursos existentes así como de la capacidad de adquisición y transformación de éstos según la relación entre tecnología y necesidades. Supone el lugar en que se interactúa y, a nivel *intra-site*, muestra la potencial organización establecida en torno a la gestión de algunas actividades en un conjunto de localizaciones. Ergo su

¹³ El primer paso fue "interno" y se manifestaron en los trabajos de M. B. Schiffer y la *Behavioral Archaeology* (primera publicación en 1972), haciendo hincapié en la significación de los restos a partir de la formación del registro. Varios de esos trabajos fueron resumidos y traducidos al castellano desde finales de los ochenta, los cuales pueden consultarse en los tomos 18, 22 y 23 del *"Boletín de Antropología Americana"*.

estudio permitía inferir determinados usos del espacio *intra-site* remitiendo a sus causas culturales (Binford, 1983). A escala territorial se impusieron los factores en torno a posibilidades y restricciones ecológicas acerca de la organización espacial de los grupos humanos. En los yacimientos se pretendía observar combinaciones de objetos (*“tool-kits”*) que indicaran ubicaciones específicas en contextos funcionales (*áreas de actividad*), tanto del procesamiento de recursos como en las necesidades fisiológicas. En los primeros años, la conceptualización espacial en arqueología se inspiró en la tendencia neopositivista que influyó las Ciencias Sociales de mediados de siglo (Burton, 1963), lo que corresponde con la aplicación de técnicas cuantitativas y razonamientos lógicos. En función de los tipos de datos y las relaciones espaciales que se configuran, tradicionalmente ha habido una inclinación por importar los planteamientos e instrumentos de la Nueva Geografía (Burton, 1963) y la Ecología Cuantitativa (Greig-Smith, 1964; Pielou, 1969) para tratar los espacios *inter-site* e *intra-site* respectivamente (Orton, 2004: 301-302). La continua evolución del análisis espacial a lo largo de los años 70 y 80 (figura 2) estuvo motivada por la renovación teórica a raíz de la Etnoarqueología, la *Behavioral Archaeology* y el escepticismo hacia resultados poco satisfactorios de los métodos y técnicas en cada momento (Blankholm, 1991: 37-45; Kroll y Price, 1991: 1-6; Wandsnider, 1996: 321-341; Pallarés, 2000: 45-115).

En las fases iniciales de esta corriente se buscaron patrones espaciales mediante la estadística, en mapas bidimensionales, con el objetivo de detectar tendencias en la localización entre útiles y asociándolos a su uso conjunto en actividades recurrentes (Whallon, 1973a, 1973b). No obstante, con el desarrollo de las teorías formativas (Schiffer, 1972, 1976, 1983) y la Etnoarqueología (Yellen, 1977; Binford, 1978) se produjo un cambio desde los *tool-kits* hacia el concepto más versátil de «área de actividad». El consiguiente impacto se tradujo en revisiones críticas de la metodología (Orton, 1982; Kintigh, 1990), así como un diseño *ex novo* de técnicas específicas adaptadas a la detección de áreas y contextos (Hietala, 1984; Carr, 1985; Blankholm, 1991).



***Nota:** al tratarse de una copia idéntica al original se han respetado las citaciones bibliográficas hechas por la autora, las cuales no se corresponden con las referencias dadas en este trabajo. Las que no están presentes en la bibliografía se facilitan a continuación:

- Carr, C. 1984** "The nature of organization of intrasite archaeological records and spatial analytic approaches to their investigation" en M. B. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory, volume 7*. Academic Press, New York: pp. 103-222.
- Whallon, R. 1973** *vid. capítulo de bibliografía: Whallon, 1973b.*
- 1978** "The spatial analysis of Mesolithic occupation floors" en P. Mellars (ed.) *The Early Postglacial settlement of Northern Europe*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh: pp. 27-36.

Figura 2: reproducción traducida del esquema de L. Wansnider sobre la evolución del análisis espacial en la arqueología procesual. Original de 1996, p. 326: «Fig. 1. Trends in quantitative spatial analysis.»

A pesar de todo, los 70's del siglo pasado consagraron el análisis del espacio como una subdisciplina bien definida, acuñando el término «Arqueología Espacial» (*Spatial Archaeology* en Clarke, 1977b). En esta labor destacan los trabajos de R. Whallon jr. (1973a, 1973b, 1974), I. Hodder y C. Orton (1976) y D. L. Clarke (1977b). Whallon (1973a) propuso los primeros procedimientos orientándolos hacia los tests estadísticos, a fin de medir el grado de aleatoriedad de una distribución de restos conforme a un patrón Poisson (*test de aleatoriedad*), comprobando la existencia de conjuntos o concentraciones y su grado de asociación/correlación entre tipos. Esto operaba en dos grandes ámbitos: de un lado, frecuencias en áreas arbitrarias (o *retícula*), para lo que se usaba una ratio de media y varianza, según el tamaño de ésta, como un índice comparativo entre el valor aleatorio esperado y la muestra empírica (*análisis dimensional de la varianza* en 1973b; Dacey, 1973). Del otro, puntos o eventos unidimensionales (*patrón de puntos*), discretos y discontinuos examinados mediante la

comparación de distancias (esperadas bajo aleatoriedad *versus* observadas) entre localizaciones vecinas (*análisis del vecino más próximo*, Whallon, 1974)¹⁴. Por su parte, Hodder y Orton (1976) reivindicaron la necesidad de desterrar la subjetividad aún presente (*vid.* Marks, 1971), imponiendo la cuantificación desde una revisión crítica de los métodos matemáticos vigentes a nivel *inter-site* (de inspiración geográfica) e *intra-site* (ecológica). Además de los expuestos por Whallon y los que empezaban a ser usados a escala regional (regresión y polígonos), apuntarían las bases para la adopción de avances en otros campos (simulación de modelos, geoestadística, etc.). Por último, Clarke señaló que la dirección a seguir era afianzarse como campo de investigación definido, sistematizado y riguroso dentro de la Arqueología, con principios y métodos propios (1977b). Remarcó la importancia de adaptar los avances de otras disciplinas, añadiendo un cuerpo teórico específico que ejerciera de puente entre técnicas y trasfondo antropológico-histórico, partiendo del cientifismo y el “medio alcance”. Paralelamente planteó las tres escalas clásicas (*micro*, *semi-micro* y *macro*) que debían integrarse en una interpretación acorde, sujetas a factores culturales, económicos, ideológicos, geográficos, etc. (1977a). Aunque injustamente criticadas (él mismo reconoció la arbitrariedad de tal sugerencia), sirvieron para orientar las hipótesis de partida en cada caso y la implementación de una metodología al respecto.

Las deficiencias residían en factores que no terminaron de resolverse entonces y que aun persisten: la problemática se somete a las técnicas disponibles (Kintigh, 1990: 197: «...it seems to me that too often our methods have been allowed to dictate our questions rather than the other way around»). A ello se le debe sumar una referencia explícita y acertada acerca de que “las plantas se comportan más mecánicamente que las personas” (Hietala, 1984: vi). O dicho de otro modo, las herramientas deben servir al aparato teórico, subordinándose a él como un instrumento formal de aprehensión de la variabilidad empírica; si ocurre a la inversa la investigación se verá severamente limitada. Además los patrones espaciales eran medidos con técnicas diseñadas sobre criterios ecológicos, lo que abría la puerta a la perversión interpretativa en la asociación entre acción-causal y distribución-consecuencia. Un ejemplo ilustrativo de este argumento sería que, en origen, el test estadístico del *vecino más próximo* operaba con un patrón *en función de* o *asumiendo la* interacción entre individuos porque realmente se constata ese

¹⁴ Tanto la *varianza* (Greig-Smith, 1952, 1964) como el *vecino más próximo* (Clark y Evans, 1954; ampliado en Thompson, 1956 y Pielou, 1959, 1969) provienen de la Ecología y son fruto de la cuantificación del comportamiento medioambiental; como se dirá más adelante fueron adoptados en arqueología sin demasiada reflexión.

fenómeno en las plantas, pero ¿interaccionan entre sí los *objetos arqueológicos* o la distancia que los separa es fruto de la acción antrópico-tafonómica? En este caso, como en el de la *varianza*, el cálculo que aporta el test es sumamente parcial y, en el momento de su introducción en arqueología, no había reflexión sobre qué interpretación antropológica merecían tales resultados matemáticos (Schiffer, 1974; Hodder, 1984; Adánez, 1986). Como vemos, los resultados de las primeras técnicas eran excesivamente generales y producían una severa pérdida de información, puesto que enmascaraban la variabilidad local bajo índices globales y adimensionales de aleatoriedad. Es decir, los tests ignoraban la *anisotropía* (cambios en una variable según la orientación en que se observa) cuando ésta era requerida. Para sortear la descompensación escalar se respondió mediante coeficientes asociativos y de correlación no espaciales, caso de χ^2 , *Jaccard* o *Pearson*, entre otros (Whallon, 1974; Clark *et alii*, 1977; Hietala y Stevens, 1977). Otras distorsiones eran introducidas por el *efecto borde* y el tamaño de la retícula (Guillamón y Wünsch, 1986): la primera, para las distancias, solventaba que los límites de un área supusieran un trato desigual para los puntos cercanos a ellos a cambio de manipular controladamente los datos (Pinder *et alii*, 1979; McNutt, 1981). Mientras, la segunda reportaba un problema de resolución y comparación, debido a que ocultaba la variabilidad inferior al tamaño de cuadro necesario (debía ser potencia de 2), produciendo también desajustes con la unidad muestral de los datos (Whallon, 1973b; 1974; Hietala y Stevens, 1977).¹⁵

Como solución, desde la segunda mitad de los años setenta se reflexionó sobre el escenario existente (Graham, 1980; Orton, 1982), al tiempo que se introdujeron o rediseñaron nuevas técnicas, encuadrando los datos contextual y flexiblemente tanto a escalas globales como locales. Muestra de ello fueron, entre otros, el *índice de asociación A*, la lectura relativa y formacional del *vecino próximo* o la estimación de *densidades locales* (resumidos en Kintigh, 1990). En los 80 y habiéndose considerado los supuestos etnográficos y formativos, se desarrollaron cálculos multivariantes que diseccionaban el espacio según los atributos sensibles que revelaran áreas concretas, asociando su causalidad a contextos depositacionales o postdepositacionales. Esos métodos realizaban particiones en función de las posibilidades ofrecidas en la composición y variación interna de la distribución, caso de combinar una o más categorías de objetos o según un grado de proximidad relacional. Así pues, se usaron y conjugaron conglomerados

¹⁵ En 4.2.1. se detallan los conceptos *aleatoriedad*, *isotropía/anisotropía*, *efecto borde* y *escala* según la teoría de procesos estocásticos.

flexibles (*análisis puramente locacional* o “*k-means*”, “*unconstrained clustering*”), densidades, isolíneas, análisis de correspondencias, componentes principales y un largo etcétera (Kintigh y Ammerman, 1982; Simek y Larick, 1983; Simek, 1984, 1987; Whallon, 1984; Carr, 1985; Kroll y Price, 1991; Enloe et al. 1994; recopilaciones en Hietala, 1984; Blankholm, 1991; revisiones en Kintigh, 1990; Wünsch, 1992; Wandsnider, 1996; Pallarés, 2000: 98-114; Orton, 2004).

A modo de conclusión, puede decirse que pese al intensivo desarrollo de la metodología formal y de las técnicas cuantitativas, consideradas como un pilar imprescindible, hubo déficits que no se consiguieron solventar. Más allá de la técnica se abogó reiteradamente por un enlace entre teoría y método que permitiera, según el *medio alcance*, la correcta lectura e interpretación de las distribuciones espaciales y su correspondencia con el registro arqueológico general (Clarke, 1977a; Binford, 1983; Hietala, 1984; Kent, 1987a; Schiffer, 1987; Carr, 1991). Congénita y crónicamente a las arqueologías procesuales, se cayó una y otra vez en las mismas interpretaciones funcionales. Si bien en el plano técnico-estadístico la sensación era que la analítica *intra-site* había alcanzado su cénit a finales de los 80 (Kroll y Price, 1991: 301-305), las explicaciones factibles al comportamiento espacial detectado eran limitadas, fallando en los objetivos ulteriores de la línea cientifista (Kent, 1987a; Gamble, 1991; Pallarés, 2000: 106-115). La organización espacial se analizó con tests que trabajaban de manera discontinua o con índices uniescalares, compartimentando y globalizando resultados. En esencia, no por dividir el espacio formal y analíticamente ésta deja de ser una operación apriorística, más aún si existen distribuciones con un tamaño o continuidad mayores al área definida por la partición. Operativamente las técnicas podían convertir a concentraciones y compartimentos en sinónimos, depender de índices que enmascararan diferentes escalas o no ilustrar la variabilidad interna de un sector o índice y su relación directa con los adyacentes: precisamente, el diseño o reorientación de algunos algoritmos hacia la comparación entre tendencias muestra la necesidad de solventar las carencias en ese sentido. “*K-means*” ilustra perfectamente tal filosofía (partición no-restrictiva de una distribución y tendencia interna de la subdivisión)¹⁶, que además perduró hasta ya entrada la década de los noventa; contrariamente, tanto “*unconstrained clustering*” como la autocorrelación podrían considerarse excepciones al basarse en observar la variabilidad

¹⁶ A pesar de su popularidad, las desventajas técnicas de “*k-means*” son un tema poco debatido. La principal es la circularidad innata en los agrupamientos resultantes (“*clusters*”), por lo que las asociaciones y relaciones con otra morfología quedan fuera de su alcance (Kintigh, 1990: 184-190; Baxter, 1994). Por otro lado es un test que no considera la variabilidad extensiva de la distribución, es decir, opera bajo pautas *ad hoc* pero no interactúa ni se adapta al patrón agrupado, aleatorio o disperso (a una o varias escalas) que pueda existir en la nube de puntos (Barceló y Maximiano, 2008; Maximiano, 2008).

a lo largo de toda la distribución. Quizás tales planteamientos iniciales (*“tool-kits”, áreas...*), con respectivas implicaciones metodológicas y técnicas, fueron causantes de una visión un tanto sesgada y artificial de las distribuciones que dificultaría su interpretación sociológica. En general fueron pocos los modelos explicativos sobre la variación y causalidad del comportamiento espacial, y mucho menos que diagnosticaran determinadas acciones antrópicas a través de su dispersión correspondiente. Lo más conocido en este sentido fueron los trabajos de Binford (1978, 1983), que marcó varias propuestas en torno a un modelo por zonas (*“drop”* y *“toss”*) según las acciones interindividuales y en relación a un hogar. Además de esto y la asignación “habitacional-dormitorio” de áreas sin objetos, de la gestión de residuos y de los procesos formativos no hubo demasiadas propuestas, sobretodo en sociedades cazadoras-recolectoras (Yellen, 1977; Gamble, 1986; Kent, 1987b; Kroll y Price, 1991). En conclusión, los métodos cuantitativos habían alcanzado un complejo desarrollo pero eran concebidos para localizar en el registro conceptos teóricos difusos, lo que hacía que no dieran los resultados deseados (Gamble, 1991; Wandsnider, 1996; Wünsch, 1996). Las carencias procesuales, como la indefinición de la problemática y el poco desarrollo del *rango medio* correspondiente, provocaron la ineficacia de la analítica espacial y el desencanto abrieron paso en los 90's a las primeras aportaciones de los SIG y las propuestas postprocesuales.

2.4. Alternativas al *mainstream* occidental: las arqueologías marxistas y postprocesuales

Anteriormente se han expuesto metodologías potencialmente subjetivas y otras más objetivas, pero esa segregación es demasiado simplista. Dada la trascendencia, el Procesualismo ha sido sin lugar a dudas la revolución más importante sucedida en arqueología, sin embargo ni ésta dio con lo que buscaba ni fue la última aportación. En paralelo o en reacción a ésta, otras corrientes tuvieron su impacto pese a que no profundizaran en la analítica espacial, por lo que aquí no se les da un lugar central y son tratadas conjuntamente. Ya he mencionado al inicio de este capítulo que la significación interpretativa de los restos arqueológicos, y el método que la facilita, es el trasfondo de la disciplina: marxismo y postprocesualismo están en esa dirección, más teóricos y sugerentes que metodológicamente explícitos. Ambos aportes carecen de vías definidas

para constatar empíricamente aquello que buscan, al menos espacialmente y hasta el momento, pero su potencial interpretativo es enormemente mayor al de las corrientes anteriores. El motivo de esta sección es precisamente mencionar esas posibilidades: ¿cómo constatar los espacios de producción, género, opresión, solidaridad o los *paisajes* “socialmente contruidos” a partir de la experiencia cognitiva de individuos o colectivos? No cabe duda que éstos pudieron existir y que tuvieron un hondo calado social, por lo que el reto reside en identificarlos formal y empíricamente en el registro arqueológico, reduciendo la subjetividad y la hermenéutica.

2.4.1. Las arqueologías marxistas:

Las “arqueologías marxistas” son aquellas que heredan las premisas del Materialismo Histórico de Karl Marx y Friedrich Engels. Centran su investigación en las condiciones materiales en torno a las que se organiza la producción y reproducción de la vida, social por naturaleza. Es una lectura que sitúa lo económico como determinante de la evolución histórica de las relaciones sociales objeto de conocimiento (McGuire, 1992; Lull, 2005). Debido al fuerte sesgo político-ideológico nació y se consolidó en la URSS tras la Revolución de 1917, dejando tras ella una leve influencia en Europa (a excepción de V. Gordon Childe). No obstante, dado el contexto histórico se extendió por el “Segundo Mundo” y Latinoamérica durante la Guerra Fría (Trigger, 1989: 207-243; McGuire, 1992; Jackson *et alii*, 2012). La *praxis* arqueológica se configura como una disciplina inherentemente histórica, de ontología materialista, sumamente formal y basada en la dialéctica y la contingencia histórica.

La sociedad aparece como un conjunto «prácticas sociales», que son simultáneamente domésticas, económicas y políticas: existiendo una parte de “producción básica”, es decir, de estricta «re-producción» biológica de individuos. Otra de “producción material” o apropiación, transformación y consumo de materias primas naturales mediante el conocimiento, la tecnología y la fuerza humana. Y una última de “mantenimiento” del modelo social, ligada al aprendizaje, cuidado, vivienda y reparación de objetos, entre otros (Castro *et alii*, 1996). Igualmente, partiendo de escuelas diferentes, éstas pueden poseer otros términos como “Cultura”, “modo de vida” o “formación económico-social” (Vargas, 1985, 1990). Si de un modo u otro cualquier actividad se considera “trabajo”, la negociación (coercitiva o no) entre fuerzas productoras y acceso a lo producido definirán el grado de desigualdad social. En

conclusión: la materialidad humana es social y discurre en relaciones dialécticas de confrontación o convergencia entre individuos, lo que deviene motor de la Historia (Vargas, 1990; McGuire, 1992; Castro *et alii*, 1996; Hodder y Hutson, 2003: 75-89; Lull, 2005). Pese a las diferencias internas, las arqueologías marxistas se valen de dos vías para generar conocimiento: la “teoría substantiva” (inductiva), o conocimiento general de la mecánica histórica, y la “observacional” (deductiva), que vincula el registro con la teoría de las dinámicas sociales. Esto se traduce en la formalización detallada de los conceptos empleados a ambos niveles, así como sus implicaciones materiales (Gándara, 1987; Bate, 1998). Pese a ser una corriente que mantiene su efectividad gracias a una cuidada terminología, las críticas hechas a la *Arq. Social Latinoamericana* podrían hacerse extensivas. Mientras la teoría *sustantiva* alcanza un ingente desarrollo, la *observacional* no consigue sistematizarse y ello resulta en una plasmación directa de la teoría sobre el registro (Jackson *et alii*, 2012). Crítica similar a la vista con el Procesualismo (*vid.* 2.3.1).

Respecto al Espacio, si bien la dialéctica y la contingencia histórica encuentran un marco receptivo en la relacionalidad y el continuo espaciotemporal (Vargas, 1990: 30-35; Criado, 1991; Sanz, 1993), la problemática apenas ha recibido atención. La espacialidad es pasiva en casi todos los casos y queda como “lugar de encuentro” social, en el que las “actividades sociales” se reflejan más a un nivel teórico que no arqueológico (Pallarés, 2000: 133-150). La única excepción al *impasse* sustantivo-observacional fue la labor de G. Wünsch (1989, 1991, 1992, 1996), quien pese a su poca repercusión recogió el testigo precedente (CPRES, 1985) y rompió la tónica general. Para ello definió una categorización analítico-operativa, contextualizada en la formación social a través del conocimiento disponible sobre ese tipo de sociedad (etnografía, experimentación, casos arqueológicos...) y formulando hipótesis que debían contrastarse empírica y cuantitativamente. La mayor desventaja era que el método no se sustentaba en técnicas implícitamente espaciales, si no en el uso encadenado de coeficientes descriptivos y de asociación (χ^2 , ϕ , *Jaccard*, *I de Moran*, *vecino más próximo*, etc.). Ello traía una batería analítica sistemática y efectiva, pero metodológicamente “externa” al espacio debido a las restricciones técnicas. Al contrario que en arqueología, la “influencia marxista” en geografía (*Radical Geography*) sí han habido propuestas que evaluaron el impacto espacial de los factores socioeconómicos, estudiando tanto la estructuración interna de las ciudades como el territorio (Lefebvre, 1974; Sánchez, 1981, 1993, etc.). Este tipo de

obras apenas han centrado el interés de la arqueología marxista, en las que podrían hallarse algunos modelos y sugerencias que adaptar al panorama *intra-site* y, sobretodo, *off-site* e *inter-site*.

2.4.2. Las arqueologías postprocesuales:

Tal como indica su nombre, esta corriente nació dentro de la *New Archaeology* como convergencia entre sus desatinos y el influjo de la postmodernidad occidental, consolidándose en la última década y media del siglo XX. La voluntad neopositivista topó con el mismo problema que llevó a otras ciencias a rechazar el paradigma (Johnson, 1999): la parcialidad de la evidencia junto a procesos y fenómenos no determinísticos, y en este caso un enunciado espacial simplista. La tendencia se canalizó como la reacción contra el *stablishment* que se parapetaba en el mecanicismo causal, aun habida cuenta de la complejidad existente y las implicaciones en la producción del conocimiento. Las obras del británico Ian Hodder son quizás el reflejo paradigmático de esa reflexión: la progresiva incomodidad de no dar con una única solución correcta alimentó el relativismo contextual de las acciones causales. Así, por un lado, la equifinalidad (misma causa y diferentes resultados y viceversa) contradecía la linealidad de lectura a la que aspiraba el procesualismo (*vid.* simulaciones en Hodder y Orton, 1976). Por otro, las acciones de individuos y subgrupos que interactúan en un entorno social sin ceder plenamente sus intereses, con lo que algunas intenciones puntuales subvierten la norma y dejan huellas en el registro (Hodder, 1982, 1987). Según la postura, esto revierte en el método de lectura del registro puesto que la investigación es, ulteriormente, una superposición de premisas subjetivas «*contra*» datos objetivos: la decisión de tomar datos (registro) reduce las posibilidades analíticas y, potencialmente, orienta hacia unas u otras conclusiones¹⁷. Esto se debe a que la *significancia* arqueológica de la evidencia se crea durante la investigación, pudiendo no ser la misma que tuvo en el pasado (Hodder, 1999). Como *plus*, el entorno social de la persona que investiga crea una opinión activa que influye en la propia producción y difusión del Conocimiento con ideologías, intereses o prejuicios, de lo que no se debe renegar pero sí estar alerta. Es lo que se conoce como la Teoría Crítica del Conocimiento, de raíz neomarxista (Leone *et alii*, 1987). En la construcción teórica de la arqueología el relativismo hegemónico se vio

¹⁷ El método científico moderno es producto de la Filosofía en los siglos XVI y XVII, siendo un proceso cognitivo; incluso dándolo por válido, definir un problema supone formalizar un objetivo a contrastar objetivamente. Que por desconocimiento se recojan solo aquellos que confirman una hipótesis y no los que la refutan puede producir argumentos circulares, interpretaciones erróneas, irrelevantes o redundantes... valiendo para ello las conocidas dinámicas que Kent V. Flannery denominó "Leyes de Mickey-Mouse".

acrecentado por la continua inclusión de propuestas (Postestructuralismo, Feminismo, Indigenismo, arqueología de las minorías, etc.), dando lugar a una mezcla exótica y heterogénea (Hodder, 1999; Hodder y Hutson, 2003: 156-235; Cruz Berrocal, 2009)¹⁸. De tal modo se atacó el dogmatismo académico, el positivismo lógico en Ciencia Social y los supuestos *ad hoc* más profundos, que si bien podría ser defendible y deseable, también es cierto que se llegó a cuestionar la utilidad de la disciplina al dinamitar la objetividad y la validez del método científico. A pesar de las duras críticas al escepticismo y el relativismo (Lull y Micó, 2002) es de señalar que no existe ni dogmatismo ni unión en la tendencia, oscilando entre una crítica constructiva al Procesualismo (Kent, 1987a; Trigger, 1995), la *comunidad* entre científismo y hermenéutica (Hodder, 1999) y el relativismo absoluto (Shanks y Tilley, 1987a, 1992).

En el análisis espacial lo “post” tiene un impacto sustancial, ya que implica todos los peldaños de la investigación debido a la dependencia entre teoría, metodología e interpretación. Se dio al debate sobre la *significación-interpretación* del registro una importancia trascendental, obligando a reconciliar supuestos apriorísticos (en muchos casos “occidentalistas”) con métodos que captasen la intencionalidad simbólico-cognitiva e individual (Hodder, 1999). Así pues el espacio es “paisaje”, una construcción cultural, social y cognitiva superpuesta al medio físico (antrópico o natural). Ésta se erige sobre la recurrencia de experiencias humanas en el entorno, “vivencias” intuitivas somáticas y sensorialmente *de* y *en* esos espacios, llevando luego a emociones, decisiones e imposiciones. Se trata de una percepción individual y social, consciente e inconsciente, que asimila el entorno y lo ordena lógicamente e instintivamente. Tal construcción simbólico-cognitiva es un fenómeno constante e históricamente contingente, arbitrario, contextual, individual y colectivo, por lo que es espaciotemporal y ocurre constantemente. En definitiva el espacio es en cuanto se *significa* simbólicamente y emocionalmente, produciendo “lugares” (Ingold, 1993; Tilley, 1994; Chapman, 1995).

Las implicaciones arqueológicas para el análisis *intra-site* son, como se ha venido sugiriendo, más interpretativas que metodológicas si bien en las propuestas más formales se aboga por recoger el testigo de las *middle-range theories*. Ante la existencia de simbolización espacial se asume que las actividades que ocurrieron estuvieron condicionadas, abriendo la puerta a la interpretación inversa que identificaría *significados* ocultos a partir de los restos arqueológicos, por ejemplo de los patrones individualizados

¹⁸ La defensa del Feminismo, el Indigenismo o las minorías sociales, entre otros, no estriba en posturas estrictamente “postmodernas”, más bien se acerca a tendencias vindicativas, marxistas o de rebeldía. Aun así su consolidación internacional se debió a la brecha postprocesual de los 90’s.

o el género (Nærøy, 1997; González Marcén, 2000¹⁹). A diferencia de otras corrientes, tanto objetos, acciones y espacios se convierten en un medio para expresar intenciones individuales y colectivas, que contribuyen o resisten la totalidad social. La propuesta postprocesual, con ello, defiende una sociedad compuesta por la confluencia de individuos que gestionan su propio espacio. Aunque esto incluye las acciones en su contexto, también subestima que la estructura social homogeneiza buena parte del conjunto, por no decir que la lectura del registro posee, en su mayoría, altos índices de subjetividad (Pallarés, 2000: 151-186). En cualquier caso, como se ha mencionado antes, el Postprocesualismo incorpora algunos elementos que abren importantes posibilidades como por ejemplo la relacionalidad entre entidades físicas, su asignación a contextos arqueológicos con significado social o la contingencia espaciotemporal.

2.5. La invasión tecnológica en Arqueología Espacial: Sistemas de Información Geográfica y últimas tendencias

El pensamiento arqueológico tuvo su punto álgido en la segunda mitad del siglo XX, momento del clímax teórico-metodológico de la disciplina, y especialmente en los 80's. Actualmente la implementación metodológica y técnica se ha incrementado exponencialmente, llevando a niveles de minuciosidad impensables incluso a pocos años vista. Si bien las diversas corrientes han ido buscando el modo de descifrar el registro arqueológico, articulando epistemología y recursos técnicos bajo un razonamiento metodológico, hoy día parece que todo eso ha quedado en segundo plano. Lo que lleva a la imposición, en Arqueología Espacial, de un auge casi indiscriminado en tecnología digital desde mediados de la década de los 90's (buena prueba de ello son las tendencias observadas en los congresos de "*CAA: Computer Applications in Archaeology*"). Puede afirmarse que, valga la redundancia, la teorización ha sufrido un importante declive y que quizás debamos esperar algunos años para evaluar el momento actual con cierta perspectiva. En cualquier caso, el revés a la "ciencia básica" y el encumbramiento de la "tecnociencia" no solo lo ha sufrido la mayor parte de la Arqueología, si no que en muchos casos se hace extensible a otros campos del Conocimiento, motivados por una

¹⁹ M. Cruz Berrocal (2009) reporta un "estado de la cuestión" reciente sobre las aportaciones internacionales y peninsulares en materia feminista. Por otro lado el tomo 22º de la publicación "*Arqueología Espacial*" está dedicado enteramente a los espacios de género (González Marcén, 2000).

tendencia sistémica en la sociedad actual que no abordaré aquí al exceder los contenidos de este trabajo. Voluntaria o involuntariamente, *lo técnico* se ha convertido en objetivo y solución al mismo tiempo, o al menos es lo que se extrae informalmente de cualquier congreso o revista de impacto. Ahora bien, sería ilógico pasar por alto el impacto que las “nuevas tecnologías” han tenido para el análisis espacial en general, hasta tal punto que se hace impensable hablar de él sin integrar tales procedimientos. Las *nuevas tecnologías* se consolidaron desde los sesenta, insertándose en la innovación continuada de la tecnología espacial y acentuándose desde entonces. El desarrollo de soportes digitales, junto a los avances en captura y procesado de datos, abrirá una verdadera revolución gracias a la posibilidades en adquisición, procesado y el análisis complejo de datos en grandes cantidades y distinta procedencia (Burrough y McDonnell, 1998; Pallarés, 2000: 117-131; Vicente, 2005; Snow *et alii*, 2006; McCoy y Ladefoged, 2009; Delavar y Devillers, 2010; Devillers *et alii*, 2010; Kansa *et alii*, 2011). Esta es la motivación para presentar este apartado desde una perspectiva más técnica que teórica: el momento vigente se muestra como una amalgama heterogénea de posturas ligadas a personas o equipos de investigación concretos, por lo que existe una reformulación continua, novedosa y algo desordenada de cualquier concepto expuesto anteriormente.

2.5.1. Los Sistemas de Información Geográfica:

Si hablamos de Arqueología Espacial, sin duda alguna la gran innovación ha sido la de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esto es, una plataforma digital desde la que se adquieren, generan, almacenan, recuperan, transforman, analizan y representan datos espaciotemporales en función de los propósitos de la investigación. Así, habiendo localizado un conjunto de fenómenos, podemos estudiarlos según su interrelación espacial en términos de posición absoluta (coordenada) y relativa (topológica) respecto a sus atributos (Burrough y McDonnell, 1998). Sin embargo ha habido variaciones en la definición dependiendo de su uso, incidiendo tanto en su capacidad para manejar datos y resolver problemáticas espaciales como en su papel de herramienta integral y de almacenamiento, entre otros. Eso se debe a que los SIG fueron concebidos y diseñados para tratar simultáneamente con cartografía y dibujo digitales (CAC y CAD), el almacenaje y gestión de datos y su captura masiva de datos, sorteando las carencias inherentes de cada uno y revistiendo el conjunto de gran capacidad analítica (Maguire, 1991). Aun las distintas perspectivas, éstas parecen coincidir en un conjunto

de «subsistemas» operativos que sirven para tomar, almacenar, manipular analíticamente, generar otra información nueva y representar datos espaciales (DeMers, 2005). Son varias las ventajas que han fomentado la difusión de los SIG sobre los medios analógicos: la facilidad en almacenaje y gestión de datos, aumentando su volumen y eliminando las restricciones del soporte físico; la representación clara y dinámica de elementos y análisis, permitiendo la combinación de gran diversidad de datos; además de ser más económico a largo plazo al no tener que rehacer los mapas continuamente (Burrough y McDonnell, 1998; DeMers, 2005).

La adopción de los SIG en arqueología se ha venido haciendo desde la noción de instrumento solvente enfocado a problemáticas espaciales; prestando énfasis a la gestión patrimonial (colección, catalogación e inventariado de intervenciones y cartas arqueológicas)²⁰, la simulación en prospecciones y estudios territoriales, el análisis espacial *macro* y la colección e inventariado de excavaciones y cartas arqueológicas. No obstante a menudo se han resaltado las posibilidades que ofrece el sistema para interrelacionar espacial y temporalmente un sinfín de variables, expresándolas y representando los resultados de forma clara y analítica (Wheatley y Gillings, 2002; Baena y Ríos, 2006; Conolly y Lake, 2006; Snow *et alii*, 2006). Mediante SIG se puede incluso “crear” conocimiento *ex novo*, ya no desde el registro directo de restos arqueológicos o su entorno, si no también a partir de los propios resultados de su estudio, transformándose en una lenguaje coherente que en última instancia estará basado en datos empíricos (Llobera, 2011).

El primer contacto de la Arqueología con los SIG se produjo en Norteamérica y, como hemos visto más arriba, nació de la integración de cartografía, dibujo, gestión y análisis. Así, las bases de su uso las encontramos en la modelización digital del terreno, la simulación y la predicción, las bases de datos y las cartografías locales y regionales (Kvamme, 1995). Ahora bien, tanto en Norteamérica como en Europa la eclosión no tuvo lugar hasta los 90, dada la complejidad del *software*, la escasez de especialistas y la rigidez deductiva procesual²¹. Además, al no haber opción ni adaptación del *software* se produjo un amoldamiento que obligó a condicionar la visión arqueológica (Harris y Lock, 1995; Kvamme, 1995). Pese a ello en los últimos 20 años el abanico de

²⁰ En este ámbito “Open Context”, un sitio *web* desarrollado con la finalidad de gestionar el Registro Arqueológico de diversas procedencias a nivel mundial de manera pública y gratuita. Pretende ser un lugar de almacenaje y consulta de datos recopilados durante intervenciones y estudios arqueológicos, incentivando el libre acceso, la comunicación y la colaboración en la disciplina (Kansa *et alii*, 2011): <http://opencontext.org>

²¹ Por un lado los SIG asumen un amplio rango de relacionalidad conceptual, y por otro el tratamiento de datos en ellos supone un grado de inducción y exploración. Aun no siendo teóricamente opuesto, la deducción era el núcleo de la reflexión metodológica (*vid.* sección 2.2).

posibilidades se ha demostrado muy extenso y completo, beneficioso en los campos ya mencionados, ayudando a la representación y comprensión espacial de procesos y fenómenos arqueológicos (obras de síntesis: Lock y Stančič, 1995; Aldenderfer y Maschner, 1996; Wheatley y Gillings, 2002; Conolly y Lake, 2006). Desgraciadamente la mayoría de trabajos llevados a cabo se desarrollan desde la óptica regional, dejando la escala *intra-site* muy desprovista de aportaciones. En proporción los ejemplos hasta la actualidad son menores que en macroespacio, aun así el potencial es amplio y se han orientado a la reconstrucción virtual (yacimientos, estructuras, cuevas...), a las evaluaciones tafonómicas, la visualización analítica, la relación estratigráfica y de datos generales, al análisis espacial propiamente dicho, a una combinación de varios aspectos, etc. (ejemplos en D'Andrea *et alii*, 2002; Nigro *et alii*, 2003; McPherron *et alii*, 2005; Craig *et alii*, 2006; Barceló *et alii*, 2008; Katsianis *et alii*, 2008; Gallotti *et alii*, 2011; 2012; Maximiano *et alii*, 2013, entre otros).

La necesidad de rellenar de contenido teórico y metodológico la herramienta SIG, por tal de poder hacer inferencias sobre el comportamiento humano, no ha sido ignorada aunque sí se detecta cierta despreocupación común en la práctica. Por una parte, la influencia postprocesual tuvo un hondo calado en algunos sectores respecto a los objetivos y modos de empleo: ante la disponibilidad de medios el *paisaje* fue el gran protagonista, permitiendo un estudio sistemático de las propuestas contextuales (Llobera, 1996). Cosa que no estuvo exenta de tergiversaciones, ya que o bien se delegó en una excesiva “visualización impresionista”, o hubo un renacimiento del determinismo ecológico debido a que tales datos eran los más conocidos, manejables y acababan haciendo de denominador común. Todo ello sin establecer una metodología concisa, rigurosa y con unos objetivos claros, como si los SIG respondieran *per se* las problemáticas que planteamos, lo que en ocasiones se ha tildado de “*SIG como finalidad*” (Aldenderfer y Maschner, 1996: 3-18; Barceló y Pallarés, 1996, 1998; González Pérez, 1998; Llobera, 2011).

2.5.2. El impacto de los SIG en la arqueología peninsular:

Habitualmente se ha situado la práctica arqueológica de la Península Ibérica, en este campo, a remolque de la arqueología anglosajona. Las influencias externas, tanto en para el Pleistoceno como en Prehistoria Reciente, no traspasaron nuestras fronteras hasta que la progresiva renovación universitaria de los 70's se hubo consolidado, dando

sus frutos durante la siguiente década. En lo que respecta al estudio del espacio las influencias franco-inglesas se dejaron sentir en los coloquios de Teruel, concebidos como foros abiertos de debate, organizados bianualmente desde 1984 y recogidos en la publicación *“Arqueología Espacial”*.²² En ellos se muestran las inquietudes de toda una nueva generación, motivada en romper y renovar con los esquemas conservadores existentes en la disciplina y en los que se dan lugar los primeros usos de la informática en el tratamiento de datos espaciales. Los recursos económicos y la tecnología disponibles fueron una severa restricción en un comienzo, sobretodo en lo referente a la accesibilidad del *software*, conocimientos técnicos y digitalización cartográfica regional, aspectos que solo se han solventado en fechas relativamente recientes (Espíago y Baena, 1997; Zamora y Baena, 2010). Por estos motivos, a pesar del interés en materia espacial evidenciado por el éxito inicial de las reuniones hispano-lusas, existe un lapso inherente respecto a Norteamérica y Europa en la aplicación de los SIG. Sin embargo, el potencial del patrimonio arqueológico peninsular sí se tradujo, en los 90, en un desarrollo pionero de estos sistemas para su gestión (Baena, 2003).

En general nos encontramos con dos tendencias de uso, si bien no excluyentes: una más práctica y directa que tiene como objetivo gestionar, sondear y explorar la información espacial, mientras por el otro lado se opta por una línea teórica bien definida y orientada a la resolución de problemáticas (Baena, 2003). En este sentido es relevante la orientación que se ha ido configurando, siendo la escala regional la que ha recibido un privilegio abrumador (*vid.* Baena *et alii*, 1997; Grau, 2006). Asimismo destacan las aplicaciones de años recientes en materia de relaciones *inter-* y *off-site*: estudios paleoambientales y paisajísticos, prospección, modelización digital del terreno, patrones de asentamiento, gestión patrimonial y la integración de información espacial, entre otros (Zamora y Baena, 2010).

Una vez más comprobamos como las capacidades reales de los SIG se encuentran reducidas en la escena *intra-site*, aunque esta vez con mayor intensidad que a nivel internacional. Su contexto cabe situarlo, de un lado, en la notable influencia que ha tenido la influencia CAD (Espíago y Baena, 1997; Baena, 2003), la cual cumple sobradamente con propósitos meramente planimétricos. Por otro es de mencionar el déficit crónico que parece sufrir el análisis espacial a esta escala, alejado en muchos casos de la analítica cuantitativa y dirigido a cumplir las expectativas de mera ubicación de

²² La información proviene de las actas de los coloquios, especialmente de las sesiones de apertura, las intervenciones y las valoraciones. Son recomendables los volúmenes 6 y 11, correspondientes a las reuniones de 1984 y 1986 (*inter-* y *off-site*, e *intra-site*).

estructuras, restos distribuidos en extensión y representación de densidades. Así pues, son contados los casos en que el análisis y representación de relaciones espaciales se postula como objetivo primario de un estudio.

2.5.3. Últimas tendencias en cuantificación espacial:

En líneas generales se puede percibir cómo la cuantificación (estadística espacial) ha retrocedido en provecho de lo visual y estético, sin embargo la cuantificación no se ha detenido y ha intentado confluir con la visualización de resultados. Uno de esos ejemplos es la *densidad kernel*, un cálculo sencillo que proporciona una imagen de isolíneas suavizadas (Baxter *et alii*, 1997), universalizándose como una evolución natural a los mapas de densidad. Por otro lado destaca un incipiente resurgimiento de la Geoestadística, apenas tratada en arqueología y basada en la autocorrelación de variables que se encuentran distribuidas en el espacio de manera continua; pudiendo aplicarse en *inter-site* (Lloyd y Atkinson, 2004; Premo, 2004) y en *intra-site* (Maximiano, 2005, 2008, 2012; Maximiano y Gómez-Romero, 2010). A lo que podría sumarse la posibilidad de combinar la autocorrelación con *densidades kernel* (Weiss *et alii*, 2008). Asimismo se recupera el análisis de los patrones de puntos con el uso inédito de *K de Ripley*, una función de distribución acumulativa y continua, descriptiva pero versátil, usada en niveles *intra-site* e *inter-site* (Orton, 2004; Bevan y Conolly, 2006; Conolly y Lake, 2006; Barceló y Maximiano, 2008; Maximiano, 2008, 2012).

2.6. ¿Reinventando el análisis *intra-site*?

***Before and after*, resumen y conclusiones**

La Arqueología estudia las sociedades a través de sus restos materiales, los cuales son consecuencia de diversas dinámicas, acciones, actividades y recurrencias mediante las cuales un grupo se mantiene. La organización de la subsistencia integra a su vez lo funcional y lo simbólico, dando paso a pautas sociales idiosincrásicas que surgen, en primera instancia, de la interacción contingente e histórica entre los sujetos y el entorno. Éstas “pautas” inciden sobre las intenciones y el comportamiento de los individuos,

aunando los caracteres económico, interindividual y simbólico que dan forma a los contextos socioculturales de la existencia humana. Como hemos ido viendo, el desarrollo clásico de las corrientes teóricas hace hincapié en tal o cual argumento como epicentro condicionante en la evolución de las sociedades. No obstante las carencias de cada una aparecen, de un modo u otro, cuando éstas realizan una aportación con la que las otras no contaban. Antropológicamente, la realidad cultural (socialmente construida) es poliédrica y holística al mismo tiempo, haciendo que los *significados sociales* de cualquier gesto humano puedan ser polivalentes o se superpongan; lo que en nuestra disciplina implica una extensa variedad de intencionalidades (acciones, actividades...) que condicionan, junto a los agentes tafonómicos, determinado tipo de materialidad arqueológica. El reto de percibir, definir y reconocer el entramado sociocultural subyacente en los restos arqueológicos es un objetivo complejo y limitado, aun así debe considerarse con tal de omitir al mínimo la riqueza de elementos que posee el comportamiento humano, concretamente en su vertiente espacial (*vid.* Vela, 1995; Otte, 2012, entre otros).

La Arqueología posee una complejidad inherente que comparte con algunas ciencias naturales como la Geología o la Paleontología: la imposibilidad de observar directamente el fenómeno causal, debido al momento cronológico en que fue realizado y a los efectos de las acciones sociales y tafonómicas sucedidas, lo que lleva a la Arqueología a reorientarse hacia la inferencia (Johnson, 1999). Espacialmente, la *transformación* tafonómica es particularmente problemática: la reducción, adición o distorsión aparecen a menudo como “alteraciones” de la muestra original, creando palimpsestos de naturaleza múltiple que afectan simultáneamente a las propiedades físicas de un ítem, la temporalidad, la distribución espacial o incluso al significado arqueológico asignado (Bailey, 2007; Bailey y Galanidou, 2009). Por todo esto, y no siendo diferente a cualquier otro ámbito de la disciplina, la relación existente entre las cuestiones antropológicas y arqueológicas es la piedra angular sobre la que se levanta el análisis espacial. Tal articulación es de tipo epistemológico y, aunque sus bases suelen ir ligadas a las escuelas teóricas, todas comparten una base común: asociar la evidencia empírica con el núcleo teórico y un método coherente que permita ejecutar el diagnóstico inferencial. Si dejamos a un lado la hermenéutica tradicional y postprocesual, comprobamos como procesualistas y marxistas (e incluso estructuralistas) siguen un enfoque idéntico a pesar de sus diferencias: la Teoría de Alcance Medio (Binford, 1977,

1983) y la Teoría de la Observación (Gándara, 1987; Bate, 1998), respectivamente. Ambas se basan en el «uniformitarismo», el cual domina las dinámicas sociales y naturales por su base, es decir, que los factores y mecanismos actuales debieron ocurrir bajo los mismos principios en el pasado. En el estudio del espacio la cuestión remite a qué “proceso depositacional” causó la localización de tal variable en las ubicaciones que hoy podemos observar. La explicación radicará en la formulación de un modelo a contrastar de manera más o menos rígida (deducción), siendo la cuantificación solo una de las vías posibles para ello si bien la más objetiva dada su “externalidad científica”. En cualquier caso, *observación* y *alcance medio* se entroncan hacia la aclaración de los procesos causales de las distribuciones espaciales (explicación arqueológica), contextualizándolos en el marco sociocultural en que ocurrieron (inferencia histórica).

El engranaje entre teoría y evidencia no siempre es mecánico y la *equifinalidad* en procesos formativos es la muestra más obvia desde esa no-linealidad. La conexión ha sido siempre el eslabón más débil ya que requiere de una comprensión profunda acerca del comportamiento espacial y sus dinámicas, correspondiente a causalidades antrópicas y naturales (Schiffer, 1987). Para su solución cada problemática debe definirse y formalizarse, pero se suma la complejidad de la experimentación en este campo (poco explotada más allá del “*trampling*” y el carroñeo, existen varias experimentaciones en los 80’s e inicios de los 90’s) y la simulación en entornos digitales (Maximiano, 2013b). En este sentido, si bien el Procesualismo introdujo la inestimable ayuda de la cuantificación (Blankholm, 1991), apenas hizo crecer en paralelo una *teoría de alcance medio* que explicara tanto número. Así las técnicas se refinaron e innovaron mientras su inutilidad quedaba en evidencia: ¿qué supone arqueológicamente que una distribución tenga una tendencia global concentrada?, ¿y una aleatoria?, ¿de qué “habla” un índice de asociación y dispersión?, ¿qué “supone” que A esté más cerca de B que de C y que por ello se vinculen mientras C y D no?, ¿qué se está correlacionando? Las respuestas fueron unas categorías vagamente definidas por la etnografía funcional, “*tool-kits*” y *áreas de actividad*, o bien una conversión hacia lo formacional cambiando la variable “útil” de tipo *i* por “concreción” de tipo *j*, por ejemplo (*vid.* 2.3.1. y figura 2). El salto cualitativo actual está en la formalización de conceptos claros y categorías de análisis con *significado social* o tafonómico. Más allá de la discusión puramente matemática, potencialmente estéril si no se considera la teoría arqueológica propiamente dicha, puede decirse que la debilidad de entonces fue la escasa formulación de modelos espaciales explícitos, versátiles y

contextuales fuera de la vaguedad de las “áreas de actividad” (Kent, 1987a). Esto dejó a la propuesta *drop-toss* (entre otras) como una de las pocas con una formulación sólida (Binford, 1978; aplicación reciente en Henry, 2012), mientras el diseño de algoritmos se sumió en una continua *huída hacia adelante* desde los 70’s. Por desgracia, tanto las sugerencias al respecto en modelización y evaluación estadística (Wünsch, 1992) como en la articulación de técnicas procesuales bajo un referente teórico claro (Pallarés, 2000), apenas tuvieron trascendencia.

El desgaste general incentivó la búsqueda de soluciones a la ausencia de un marco, conciso y robusto, capaz de tratar con la naturaleza de la dimensión espacial en arqueología. Para ello se probó con identificar y conectar las causas antrópicas o naturales con las consecuencias materiales, empleando una matriz onto-epistemológica, unas técnicas objetivas y una ordenación metodológica en un conjunto coherente afín e integral. Como solución la atención termina desplazándose hacia una perspectiva más inductiva que intenta extraer, primero, toda la información implícita en una distribución (media, varianza, etc.). Caracterizando luego las relaciones espaciales entre localizaciones antes de «modelizar» un patrón que deberá someterse a contraste estadístico. Esto encaja en la concepción *relacional* del espacio, es decir, planteando que una distribución espacial se definirá según los elementos que la compongan, ergo que se analiza en función de la oscilación experimentada por el distanciamiento de los lugares en los que se localiza una variable (Barceló, 2002, 2006). La analítica se reconduce, pues, hacia la dinámica propia de la distribución, lo que lleva a identificar la dinámica espacial que estructura los restos arqueológicos en términos de atracción/repulsión, propiciando así una interpretación causal (por ejemplo: los límites de una estructura doméstica documentada etnográficamente, *vid.* Maximiano, 2008, 2012). El análisis se flexibiliza usando procedimientos que combinan la inducción «exploratoria», describiendo la muestra *para* formular hipótesis, con una deducción dirigida a «confirmar» si las relaciones entre ítems cumplen o no con el modelo y con qué grado de validez. En este punto se pueden aplicar técnicas de simulación como herramienta indicativa del grado y tipo de correlación entre unas variables y sus localizaciones, aportando información sobre una distribución y su causalidad potencial (Maximiano, 2012).

La progresiva transformación de la estructura teórico-práctica, brevemente resumida en este apartado, es fruto del giro dado en el planteamiento del análisis. Los avances externos a la Arqueología (Geografía, Matemáticas, Ecología, Ingeniería...)

influyen en este cambio, permitiendo abordar la problemática desde nuevos paradigmas. La dependencia espacial (correlación) y su gradación son parámetros que permiten clasificar qué tipo de relación hay entre los componentes de una misma distribución, lo que posibilita la identificación de dinámicas locales en ella. Así pues, tanto si existe dependencia o no en una distribución éstas deben explicarse, concretando sus causas en torno a variaciones espaciales significativas o nulas, respectivamente (Maximiano, 2005, 2008). Con los años el análisis espacial *intra-site* ha ido consolidando un método generalizado al estilo de un “plan de actuación”: evaluación de la formación de un yacimiento, delimitación de posibles variables diagnósticas de los procesos causales, cuantificación de las relaciones espaciales entre esas categorías y su interpretación histórica (Djindjian, 1999). En la actualidad éste suele ser el referente ideal que dota de orden al procedimiento, constituyendo un esquema poco detallado que puede llenarse de contenido teórico según se considere pertinente. No obstante, lo expuesto hasta aquí supone importantes ventajas sobre otras formas de tratar la problemática espacial, pero no debe olvidarse que solo se facilita la lectura de las distribuciones y no su solución, la cual sigue estando en el *significado interpretativo* dado a los restos arqueológicos.

(3)

Caso de estudio: la ocupación magdalenense en la Zona IV (Galería Inferior)

A continuación se presenta el caso de estudio (y su contexto) sobre el que se aplicará la metodología expuesta en el próximo capítulo. Se trata de los suelos de ocupación de la “Zona IV” datados en el Magdalenense Medio: tal como se resume, es un registro particular que se caracteriza por la ausencia de cubierta sedimentaria y la conservación de restos arqueológicos en condiciones favorables.

El objeto del presente trabajo es, concretamente, los suelos de ocupación magdalenense de la “Zona IV” de Galería Inferior de La Garma. A continuación se muestra el contexto general y arqueológico del registro con tal de ubicar la problemática espacial y el correspondiente tratamiento analítico. La particularidad (y oportunidad) de la Galería Inferior es que se trata de un conjunto arqueológico observable en superficie: sin cubierta sedimentaria debido al colapso de la entrada principal, reduciendo el impacto tafonómico sobre las distribuciones, y preservando gran cantidad de restos atribuidos al Magdalenense Medio así como numerosas expresiones de arte rupestre (Arias *et alii*, 2001, Arias y Ontañón, 2012). Como tal, fue incorporada por la UNESCO a las listas de Patrimonio Mundial de la Humanidad en el año 2008²³, ampliando el programa original “*Cueva de Altamira y arte rupestre paleolítico del Norte de España*” (Ontañón, 2009). Espacialmente, la distribución de ítems y su baja transformación tafonómica ofrecen un

²³ Referencia original, 1985: *C 310bis*. Ref. de ampliación, 2008: *310bis-014, La Garma*.
Petición (enero, 2007): <http://whc.unesco.org/archive/2008/whc08-32com-inf8B1e.pdf> (pp. 217-225)
Aceptación (julio, 2008): <http://whc.unesco.org/archive/2008/whc08-32com-8Be.pdf>
Resolución 32ª *World Heritage Committee*: <http://whc.unesco.org/archive/2008/whc08-32com-24reve.pdf> (ref. 32COM 8B.39, pp. 181-182)

Más información en: <http://whc.unesco.org/en/list/310/>

contexto de estudio poco frecuente, abriendo así posibilidades que resultan inviables en otros yacimientos.

La Garma forma parte del litoral cantábrico (figura 3). Es una elevación de 186 m.s.n.m. situada en los alrededores de Omoño, municipio de Ribamontán al Monte, Cantabria; al E. de la Bahía de Santander y a 11 km. de la capital, a 6 de la desembocadura del río Miera y 5 km. al S. de la costa actual (coord. UTM: 446109X 4808844Y (WGS84)). Se trata de un sistema cárstico que da lugar a cavidades y galerías, siendo común en ellas el hallazgo de restos arqueológicos, los cuales abarcan una cronología casi ininterrumpida desde el Paleolítico Superior hasta el medievo, incluyendo el Mesolítico, Neolítico y Protohistoria además de unos pocos restos del Paleolítico Inferior. En la actualidad se han localizado diversos yacimientos en cueva: Peredo, Valladar, Truchiro, del Mar, La Garma A, B, C, D y las galerías Intermedia e Inferior; y uno de la Edad del Hierro en la cumbre, el castro Alto de la Garma (Arias *et alii*, 2000a, 2001; Arias y Ontañón, 2008, 2012). La zona era poco conocida pese a las prospecciones del padre Lorenzo Sierra a principios del siglo pasado, siendo los primeros trabajos sistemáticos a partir de 1995 (La Garma A y B), momento en que se descubren las galerías subterráneas Intermedia e Inferior. Desde 1996 existe un proyecto multidisciplinar, dirigido por los Drs. Pablo Arias y Roberto Ontañón (Universidad de Cantabria), con el fin de investigar el poblamiento prehistórico y la conservación de los restos. Bajo el título “*Estudio integral del Complejo Arqueológico de La Garma*” se propuso una gestión completa del patrimonio arqueológico, orientándose al conocimiento, su conservación y la puesta en valor (Arias *et alii*, 2000b; Arias y Ontañón, 2008). Para ello se realizaron trabajos de prospección, excavación, microtopografía de la zona, exploración espeleológica así como del riguroso control ambiental y biológico de las galerías, el registro y conservación del arte parietal, y el estudio *in situ* de los suelos de ocupación en la Galería Inferior. Al mismo tiempo ha habido una puesta en valor del área y una alta protección legal, además de física, tras su declaración como BIC y “Zona Arqueológica” en 1998 (Arias *et alii*, 2000a, 2000b, 2001; Arias y Ontañón, 2008).



Figura 3: ubicación regional del complejo arqueológico de La Garma y relación de la Galería Inferior con la orografía de la zona.

3.1. La Galería Inferior de La Garma

La geomorfología cárstica ha dado lugar a la formación de cavidades, entre las que destaca la Galería Inferior, geológicamente inactiva y descubierta el otoño de 1995. Se trata de un pasaje de 300 m. de longitud aproximadamente en trayectoria NNE.-SSW., con sección ligeramente triangular debido a la clásica dinámica hídrica sobre diaclasas, de unos 800 m² de superficie de los cuales en ~600 hay presencia de restos. Posee una altura estable alrededor de los 55 m.s.n.m., ubicándose a 20 m. del fondo del valle (figura 3). Su estudio se ha estructurado en nueve zonas, con arte rupestre en casi todas y en tres de las cuales, además, existen suelos de ocupación del Paleolítico Superior Final en las condiciones ya mencionadas (sin sedimentación). La excepcionalidad de este yacimiento se debe a que fue ocupado desde inicios del Paleolítico Superior, reflejándose en pinturas y grabados que van desde el Auriñaciense al Magdaleniense (Arias *et alii*, 2000b, 2001; Arias y Ontañón, 2008). En este último momento, la entrada original situada en la ladera S. del monte se colapsó, dejando el interior prácticamente aislado hasta la actualidad. Hoy día el acceso no es fácil y se efectúa descendiendo por una de las simas situadas en La Garma A que alcanza la Galería Intermedia, bajando hasta un punto entre las Zonas III y IV de la Galería Inferior. Cabe mencionar que la restricción temporal de ésta última no fue completa, ya que en época visigótica (siglos VII-VIII) fue visitada con fines funerarios, depositando junto al acceso proveniente de la Gal. Intermedia a cinco individuos juveniles; sin embargo la repercusión fue mínima y las transformaciones son discriminables (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b; Arias y Ontañón, 2012). Omitiendo esto, la última ocupación tuvo lugar durante el

Magdalenienense Medio Cantábrico, en época del Último Máximo Glacial y momento del bloqueo natural de la entrada. En ese instante la cavidad quedó sellada contra la sedimentación, dejando los últimos restos sin cubrir, además de limitar la acción de microorganismos y agentes ambientales (Arias *et alii*, 2000b, 2001, 2011b).

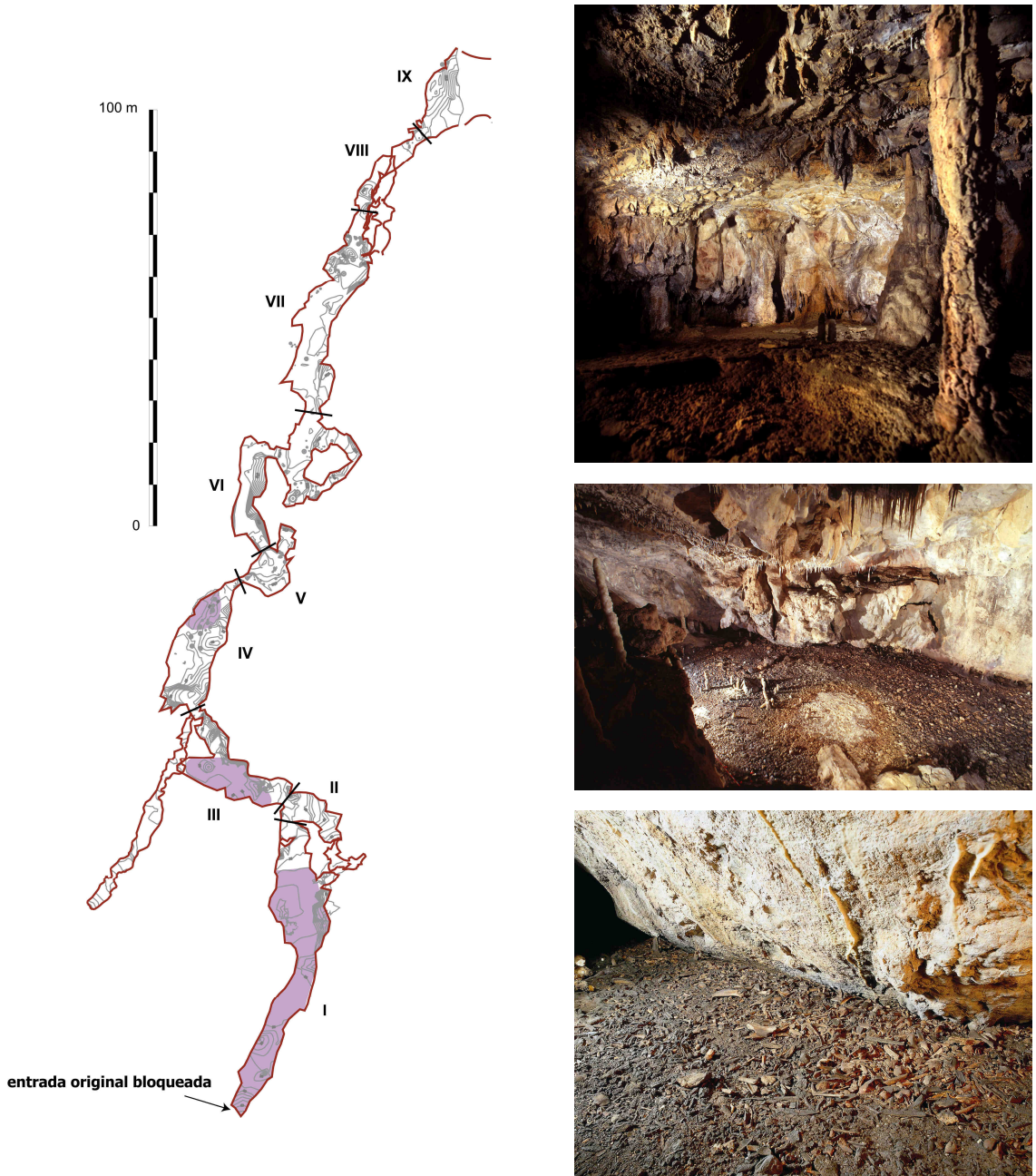


Figura 4: a la izquierda se muestra una planimetría general de la Galería Inferior (L. Teira); a la derecha se presentan varias imágenes sobre el interior (“Zona I” las dos primeras y “Zona VIII-IX” en la segunda).

Referencia	Tipo de muestra	Datación absoluta (BP)	Calibración*	
			1 σ	2 σ
AA-45584	Hueso: <i>indeterminado</i>	15.300±1.100	17.580 - 14.950	18.780 - 13.400

OxA-18687	Hueso: <i>Tadorna tadorna</i>	14.055±55	14.530 - 14.140	14.760 - 14.000
OxA-18698	Hueso: <i>Panthera leo spelaea</i>	13.830±55	14.720 - 14.320	14.910 - 14.160
OxA-18699	Hueso: <i>Panthera leo spelaea</i>	13.835±60	14.730 - 14.320	14.920 - 14.160
Media ponderada	Hueso: <i>Panthera leo spelaea</i>	13.832±41	14.720 - 14.330	14.910 - 14.170
AA-78249	Carbón: <i>Juniperus</i>	13.714±71	14.582 - 14.170	14.800 - 14.020
OxA-8722	Hueso: <i>indeterminado</i>	13.610±100	14.470 - 14.020	14.710 - 13.820
AA-45581	Hueso: <i>indeterminado</i>	13.410±120	14.210 - 13.730	14.470 - 13.510

* **Nota:** para aclaraciones sobre la calibración del ¹⁴C AMS véase el artículo original.

Tabla 1: dataciones directas disponibles para la Zona IV de la Galería Inferior. Traducción y adaptación de la tabla original publicada por P. Arias (2009: p. 283). Leyenda original: "Table 1. Radiocarbon determinations for the contexts discussed in the text".

Los restos arqueológicos distribuidos en superficie abarcan todo tipo de elementos: arqueobotánicos (*vid.* 3.2.) y arqueozoológicos, industria lítica y ósea, arte en diferentes soportes, evidencias de división física del espacio (posibles estructuras), etc. La **Zona I** es el área más cercana al antiguo acceso, formado por el “vestíbulo” y la primera sección del pasaje. Es una cámara de aproximadamente 70 m. de longitud y 7 m. de ancho, del entorno de 500 m², sobre la que se extienden numerosos ítems de industria lítica tallada, restos de fauna (ciervo *Cervus elaphus*, y cabra montés, *Capra pyrenaica*), malacofauna consumida (*Patella Vulgata L.*) y útiles óseos así como arte mueble grabado en hueso. Hay tendencia a encontrar concentraciones cuanto más cerca de las paredes, como consecuencia probable de depositaciones antrópicas. La Zona I se correspondería con un tipo de ocupación de cierta recurrencia y continuidad, con una difusa delimitación entre espacios y una gestión de carácter “permanente” (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b; Arias y Ontañón, 2012). Además sería un área con luz natural del exterior, aunque habría que tener en cuenta que algunas actividades pudieron ser realizadas en los aledaños de la entrada de la cueva. Por otra parte, la **Zona III**: se encuentra a 90 m. de la entrada y se trata de una cámara elíptica de 15 y 8 m. aprox. de longitud y anchura respectivamente, con un techo que desciende hacia el Oeste. En superficie se distribuyen numerosos restos de fauna bóvida y equina además de otros elementos óseos como astas, cornamentas o huesos (de reno, *Rangifer tarandus*; bisonte ártico, *Bison priscus*, y uro euroasiático, *Bos primigenius*), soportes para útiles (azagayas) y arte mueble grabado. Contrariamente a la primera, la Zona III es un área alejada de la luz natural, lo que podría considerarse un factor importante al formular hipótesis sobre el tipo de actividades realizadas (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b; Arias y Ontañón, 2012). En ambas zonas existen construcciones semicirculares entre 5 y 7 m² aprox., hechas con rocas y espeleotemas superpuestos aprovechando parte de las paredes de la

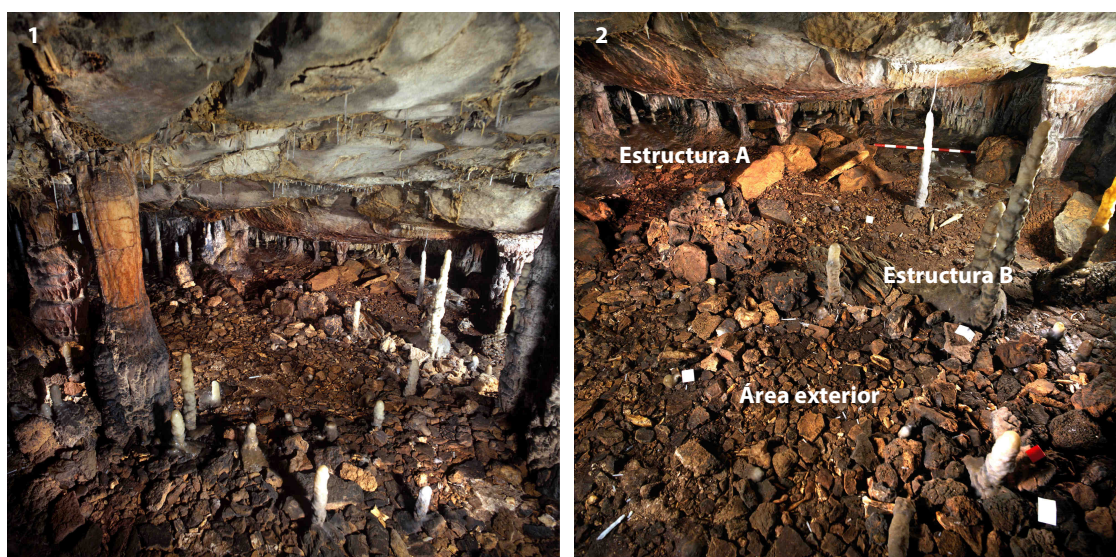
cavidad, sirviendo como bases de apoyo a estructuras ligeras de material perecedero de manera similar a los «tipis» (Ontañón, 2003: 350-352). Estas bases suelen poseer un suelo interior más bajo que el exterior y significativamente diferente, con una matriz sedimentaria más fina, menor densidad de restos y diferencias en el grado de fragmentación. Cabe decir, no obstante, que existen diferencias entre ambas zonas, siendo más semicirculares en I y más amoldadas a la cueva en III y IV (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b). A lo largo de la Galería Inferior también se observan numerosas muestras de arte parietal de motivos diversos, extendiéndose durante unos 15.000 años desde el Gravetiense al Magdaleniense y constando de hasta 500 unidades gráficas, tanto de representaciones grabadas como de pinturas rupestres. Éstas últimas van desde los clásicos puntos hasta los motivos naturalistas (caballos, bisontes, ciervas, uros, manos, etc.) y fueron realizadas con pigmentos negros (hollín, carbón vegetal y óxido de manganeso, típico del Magdaleniense), rojizos/marrones (hematita y óxido de hierro, clásico del Gravetiense), violetas (hematita con silicato de aluminio y manganeso) y amarillos (ocre y goethita) (Arias *et alii*, 2011a).

Debido a las frágiles condiciones que presentan los restos (Arias *et alii*, 2000b) se optó por técnicas no invasivas a la hora de llevar a cabo el registro. Las tareas tuvieron por objetivo tomar la mayor cantidad de datos sin alterar las poblaciones originales, usando distintos medios de captura como la estación total y el escaneado láser para la topografía, la fotogrametría para una captura de datos no intrusiva y un estudio *in situ* de los materiales (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b). Todo ello es integrado y relacionado a través de una base de datos en donde confluyen la georreferenciación de los materiales con sus respectivas propiedades y variables (arqueológicas, geológicas, ambientales, etc.). Asimismo, dada la envergadura del registro bruto, se requiere de una intensa labor de procesado y depuración hasta lograr un balance equilibrado entre alta calidad (resolución y precisión) con una capacidad operativa y analítica (formatos, series analíticas y representación de datos) (Maximiano *et alii*, 2013).

3.2. La Zona IV

Tras la anterior contextualización sobre la Galería Inferior, este trabajo se lleva a cabo sobre un área concreta: la “Zona IV” (figura 5). Ésta se encuentra a unos 130 m. de la

entrada original y sus dimensiones son de unos 40 m. de largo por 10 de ancho. En uno de sus laterales el techo es bajo y oscila entre 0,5 y 1,7 m. de altura, impidiendo la circulación erguida de una persona adulta, no obstante en algunos puntos de la parte E. alcanza los 15 m. Del mismo modo que la III, la Zona IV se trata de un área completamente alejada de la luz natural, lo que otorga un rol significativo a la interpretación potencial de las actividades que se pudieron llevar a cabo. Los restos arqueológicos cubren un área aproximada de 55 m² y comprenden un arco cronológico muy conciso dentro del Magdaleniense Medio: ponderación de 13.537±77 BP²⁴ y una interpretación general de 14.300-14.000 cal. BC (Arias *et alii*, 2011b: 37; todas las dataciones *vid.* tabla 1). Lo que además se confirma en el conjunto de materiales hallado, siendo muy nítido y sin “contradicciones” crono-tipológicas (buriles en cantidad, incisivos de equinos con raíz trabajada, etc.). A pesar de existir la posibilidad de cierto palimpsesto, se perfila como una ocupación “corta” y homogénea: un pequeño sondeo revela un único estrato de 8 cm. aprox. en el que la mayoría de restos ocupan la parte superior mientras las cotas inferiores son estériles. Además está compuesto por rocas, estalactitas y espeleotemas holocénicos caídos y dispuestos con cierto orden, lo que hace que la variación en profundidad de los ítems no implique su sedimentación y ocultación, pudiendo pertenecer al mismo contexto (Arias *et alii*, 2001; Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b).



²⁴ Calibraciones: 1σ = 14.350-13.940 BC ; 2σ = 14.580-13.760 BC.

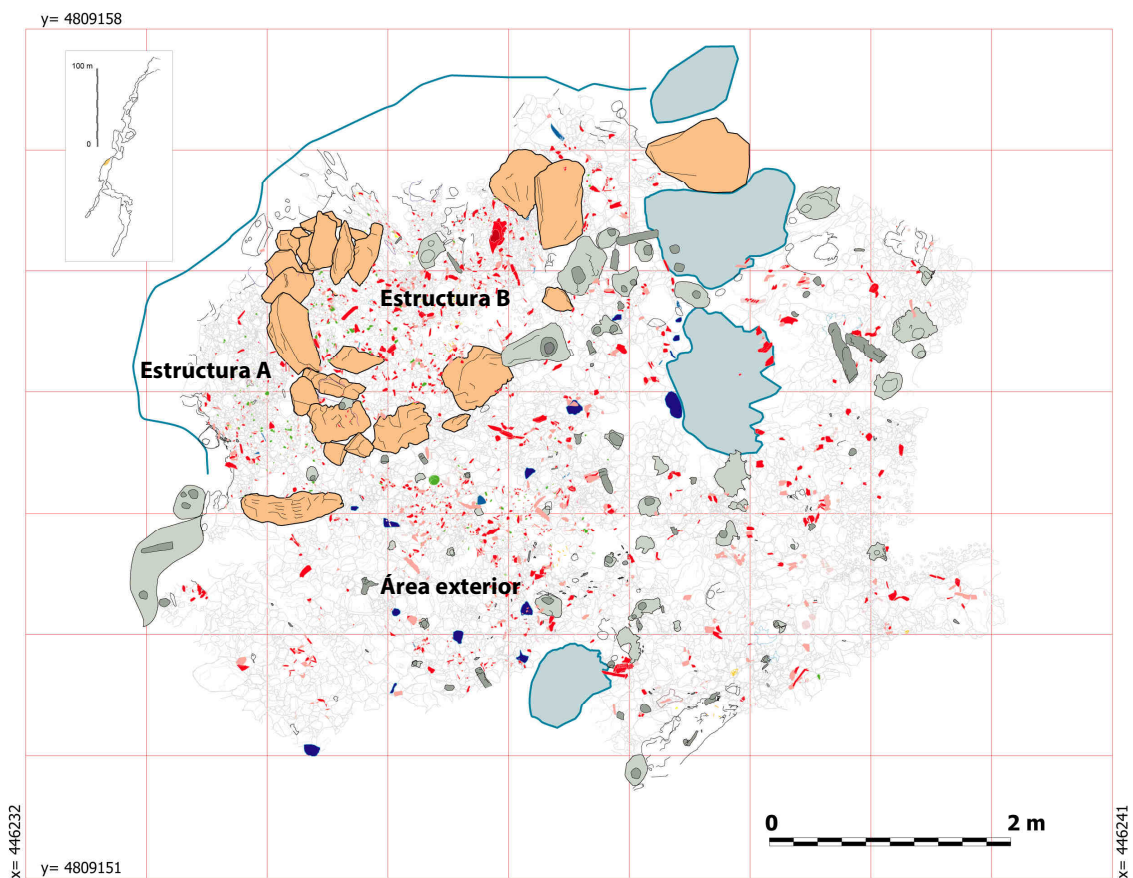


Figura 5: *arriba*, fotografías que muestran las distintas áreas y estructuras de la "Zona IV" (1 y 2), así como dos detalles de los suelos de ocupación (3 y 4) . *Abajo*: planimetría de la "Zona IV" (L. Teira); se observan varias distribuciones de restos arqueológicos, columnas estalagmíticas (azul claro), estructuras A y B (delimitadas por las rocas naranjas y grises).

Las evidencias arqueológicas identificadas son de varios tipos. Por un lado, los restos arqueobotánicos comprenden microcarbones y fitolitos (en proceso de estudio), así como análisis polínicos que revelan diferencias entre las zonas I y IV. Según éstos en la última predominan el abedul (*Betula sp.*) y el aliso (*Alnus sp.*), con una presencia menor del tilo (*Tilia sp.*) y el avellano (*Corylus sp.*), y a diferencia de la primera hay una sustitución del género *Quercus* por *Juniperus*. De las diferencias taxonómicas entre ambas

zonas se infiere la existencia de variaciones climáticas significativas, atribuyendo la Zona IV a un momento climático más extremo, reforzado por la detección de vegetación esteparia (Arias *et alii*, 2011b). La arqueozoología ha detectado la caza y el consumo (70% sobre el total) de grandes mamíferos (ciervo, uro euroasiático, bisonte ártico y reno; ausencia de cabra montés), entre los que destacaría el caballo salvaje (*Equus ferus*), el cual gozaría de sobrerrepresentación en esta área (61%). También se ha localizado un león cavernario con marcas de corte (*Panthera leo spelaea*), restos de avifauna que además incluirían dos individuos de pato común (*Tadorna tadorna* L.), de oso (*Ursus* sp.) y de carroñeros como el zorro (*Vulpes vulpes*) o la hiena cavernaria (*Crocota crocota spelaea*). Estos últimos parecen más bien de origen paleontológico y no de consumo humano, a excepción del león que sí podría serlo (Arias *et alii*, 2011b; Arias y Ontañón, 2012).

La industria lítica tallada se presenta en un número significativamente menor que la fauna, sumando algo más de un millar ($n = \sim 1.251$). Hay un dominio absoluto del sílex como materia prima aunque existen dos ejemplares de arenisca y otros dos de cuarcita. Abundan las lascas mientras que en menor grado hay presencia de hojas y pequeñas láminas: a pesar de no haberse podido realizar remontajes aún, se identifican las primeras fases de una cadena operativa orientada al *débitage* con la presencia de hojas de cresta ($n = 3$) y sus posibles núcleos ($n = 4$), confirmando la posibilidad de que los ítems hallan sido tallados en la misma Zona IV. Entre los útiles retocados dominan los buriles ($n = 11$) además de hallarse un raspador y un perforador. Es precisamente la alta cantidad de los primeros la que participa del diagnóstico temporal, establecido en los últimos 300 años del XVº milenio BC, y que forman parte del conjunto clásico del Magdalenense Medio por su relación con el trabajo del hueso. De éste mismo cabe destacar tres fragmentos de azagaya, dos agujas, dos fragmentos de cornamenta con extracciones y una preforma sin concluir que fue desechada, lo que constata la fabricación de industria ósea también en esta área (Arias *et alii*, 2011b). Los análisis traceológicos y funcionales de la industria lítica están aún en proceso²⁵, los primeros resultados se usarán en el capítulo 4 junto a la localización y sus implicaciones. En ellos tales análisis se detalla la probabilidad de haber sido utilizados, su finalidad funcional, la dureza de la materia trabajada, el movimiento empleado, la intensidad del uso y las alteraciones observadas.

²⁵ Actualmente están siendo desarrollados por el Dr. Juan Francisco Gibaja (CSIC, Institut Milà i Fontanals, Barcelona).

La parte W. de la Zona IV, de techo más bajo y oblicuo, aparece compartimentada por tres estructuras (A, B y C) construidas con rocas, espeleotemas, estalactitas holocénicas caídas y restos de columnas estalagmíticas de la cavidad que, colocadas y en combinación con las paredes naturales, dividen el suelo en 3 recintos interiores. A y B son adyacentes, de forma rectangular y responden a un tamaño de 1,5 y 3,18 m² respectivamente, mientras la estructura C (5,35 m²) está separada de B por 1,4 m. hacia el Noreste y es más trapezoidal (Ontañón, 2003). El techo natural de las dos primeras presenta signos de haberse rebajado y, siguiendo las líneas de las otras zonas (*vid. supra*), el suelo se encuentra a una media de 20 cm. por debajo del exterior. Además posee una matriz sedimentaria más fina, una densidad más baja de restos y estar libre de otros mayores; aunque como se verá más adelante no se cumple exactamente para la ind. lítica, ya que si bien esto sí sucede en relación al tamaño no ocurre lo mismo con las densidades. En la tercera construcción sucede de forma similar. En la B se han hallado restos de zorro y león así como un cráneo equino sin la parte frontal ni parietal (extracción del cerebro), además de figurillas zoomorfas grabadas o pintadas en el techo, guardando algunas de ellas una relación cronológica con las estructuras. En la C se constatan los restos de oso y de hiena cavernaria, además de dos individuos de pato común en el límite Sur de la estructura (Ontañón, 2003; Arias *et alii*, 2011b).

De las pinturas halladas es reseñable el lapso cronológico entre éstas y los suelos, ya que las primeras son figuras rojas gravetienses mientras los suelos datan del Magdalenense Medio (más de 10.000 años), cosa que explica la presencia de grabados de esa época sobre las pinturas anteriores. Además se incluyó en éstos un pigmento negro compuesto por óxido de manganeso (MnO₂), diferenciándose del resto de coloración negra (carbones y hollín) en las otras zonas durante las mismas fechas. En todo caso tampoco se descarta la hipótesis de la aplicación de pigmentos sobre el arte mueble fabricado en esta área (Arias *et alii*, 2011a). Dicho arte mueble se compone de representaciones geométricas y zoomorfas (bisontes, ciervas y bóvidos) sobre huesos de fauna como espátulas, costillas y piezas dentales colgadas. Igualmente existe malacofauna perforada y usada como ornamentación, sobretudo gasterópodos como el bígaro común (*Littorina littorea*) y chato (*Littorina obtusata*), la margarita reticulada (*Nassarius reticulatus*), caracolas de *Natica sp.* y caparazones de *Trivia sp.* (Arias *et alii*, 2011b). Por otro lado también se emplearon pequeñas placas calizas de la propia cueva, aprovechando las irregularidades de la superficie para grabar representaciones abstractas,

geométricas o figurativas (uros, ciervos e incluso algún híbrido zoo-antropomorfo), tratándose en algunos casos de un uso-descarte-rehúso (Ontañón y Arias, 2012).

En términos generales, tanto la “Zona IV” como la Galería Inferior ofrecen amplias posibilidades para la Arqueología Espacial. El contexto en que se han hallado los restos arqueológicos de este yacimiento, del que destacan sus particularidades tafonómicas, proporciona un marco de estudio especialmente relevante para el análisis de los *espacios arqueológicos*. El sellado de la entrada principal ha permitido conservar sin grandes alteraciones las evidencias existentes, por lo que la relación entre las acciones causales, los “procesos depositacionales” y las distribuciones observadas puede ser potencialmente más directa que en otros casos. Por este motivo, la caracterización de los restos espacialmente distribuidos aparece como una herramienta útil en estudio de la gestión social del espacio.

(4)

Articulación de la problemática espacial: metodología e instrumentos para su análisis

En las próximas páginas se desglosan los principios analíticos y metodológicos que servirán para fundamentar el análisis del *espacio arqueológico* en la “Zona IV”; concretamente, de entre los elementos que lo componen, de la distribución formada por las ubicaciones de las piezas de industria lítica y su relación con las estructuras. Primero se explica, brevemente, la potencial relación entre espacio y comportamiento humano; luego se desarrollan las nociones metodológicas que orientarán las técnicas analíticas y las hipótesis de trabajo.

El estudio de los *espacios arqueológicos* ha sido más o menos subjetivo, parcial, mecanicista o “limitado” en algún sentido (*vid.* 2). Ciertamente puede afirmarse que el análisis espacial *intra-site* no ha desembocado en una práctica normalizada o sistemática; atrás quedan excepciones que o bien han sido superadas o han contado con poca trascendencia, lo que lleva a la carencia de un marco metodológico concreto al que ceñirse. En parte puede achacársele al carácter del objeto de estudio y a los datos al respecto: el registro arqueológico es una parcialidad que debe interpretarse pero las pautas socioculturales no son sistemas deterministas. Asimismo, el potencial de los datos espaciales es significativo pero generalmente infravalorado, al igual que los principios técnicos que requiere un análisis espacial en profundidad.

La ausencia de una metodología reglada, como pueden tener otros campos de la Arqueología (arqueometría, traceología, etc.), lejos de ser un hándicap es una oportunidad. El Espacio es donde todo se encuentra, ergo donde todo debería mostrar una relación sensible y medible, por lo que su estudio puede plantearse en términos *relacionales*. De este modo, el Espacio es configurado por la relación existente entre las

acciones causales (humanas y naturales) y sus consecuencias físico-materiales, aceptando así la “1ª Ley de la Geografía”: entre lo más cercano hay mayor probabilidad de relación que entre lo distante (Tobler, 1970). Si tenemos en cuenta la densidad y complejidad de *significados* socioculturales y tafonómicos que condicionan las relaciones espaciales, comprenderemos porqué su estudio debe abordarse desde múltiples perspectivas, siendo los procedimientos lineales un obstáculo a su análisis y comprensión. La propuesta metodológica de este trabajo se decanta por un enfoque heurístico, orientado a una exploración analítica-cuantitativa sobre las distribuciones de restos y otro tipos de evidencias (estructuras características de la Zona IV; *vid.* 3.2); utilizando un soporte SIG para gestionar datos espaciales cualitativos (coordenados) y las planimetrías del área. La meta es clara: realizar una primera aproximación a la *mecánica espacial* (*vid.* 4.2) de las distribuciones observadas, como paso previo y necesario para determinar las potenciales causas de la (última) posición de los restos arqueológicos (la interpretación espacial que no será tratada aquí).

4.1. Estructurando el análisis *intra-site*: principios y metodología de la problemática

En esta sección se exponen los ejes sobre los que pivota el análisis. En primer lugar se define la relación teórica y empírica que existe entre los restos arqueológicos y la comunidad que los generó; es decir, ¿por qué debe analizarse la variabilidad espacial? Segundo, se expone el tipo de razonamiento que sigue al procedimiento analítico implementado, esto es, qué motivos hay para optar por determinados objetivos y escoger las técnicas que se adecuen (las bases sobre cuantificación se explican en el punto 4.2.1).

4.1.1. Breves fundamentos para estudiar el espacio

Las acciones humanas ocurren en un entorno físico en el que interaccionan infinidad de entidades, fenómenos y variables cuya dimensionalidad espacial es intrínseca e inevitable. Desde el punto de vista arqueológico, un grupo humano está integrado por las *actividades* que los individuos llevan a cabo y mediante las cuales se estructura la organización social. Las consecuencias materiales de las acciones son efectos de la intencionalidad antrópica sobre determinados elementos del entorno, lo

cual provoca que éstos adopten características particulares y, entre ellas, una distribución espacial específica en acorde a su causalidad. Dichas actividades se sitúan como la causa de sus efectos, y por ende de la ubicación espacial en que los restos son depositados por los procesos formativos del registro arqueológico: puede afirmarse así que las acciones tienen una plasmación espacial determinada, observable y medible.

Tras una trayectoria tafonómica de mayor o menor complejidad en la que intervienen fenómenos naturales y antrópicos, todas esas *consecuencias* de la actividad humana se dan cita en la esfera arqueológica y durante su estudio las conceptualizamos como “restos arqueológicos”. Sin duda estos restos poseen una serie de localizaciones, siendo la suma y la relación entre éstas una *parcialidad* significativa que permite realizar inferencias sobre las dinámicas causales y las personas que las originaron. De este modo, *espacios arqueológicos* y *espacios sociales* se configuran, respectivamente, como aquellos que son generados a partir de los datos del registro (fase de recuperación) y por la interpretación de los mismos (Barceló, 2002; Barceló *et alii*, 2006; Maximiano, 2008).

Las distribuciones de efectos materiales pueden caracterizarse en términos de forma, límites, agrupación y dispersión de localizaciones, etc., a los que puede atribuírseles determinadas tendencias. Es decir, unas acciones humanas (y unas transformaciones tafonómicas) dejan unas consecuencias concretas que pueden observarse y medirse a partir del conjunto de sus ubicaciones. Por otro lado, si asumimos que cada actividad tiende a llevarse a cabo en un lugar concreto y que éstas pueden estar espacialmente separadas o superpuestas, la gestión del *espacio social* es potencialmente identificable a través de la *variabilidad espacial* existente entre sus efectos materiales. Si adoptamos la perspectiva relacional y postulamos que la organización espacial se origina a partir de la *inter*-relación entre elementos localizados, la problemática se orienta a observar diferencias en las distribuciones y asignar un grado de probabilidad a que tipo de acciones causales pudieran estar localizadas en una determinada localización (o conjunto de localizaciones) del espacio (Maximiano, 2008). De este modo la interrelación entre entidades juega un papel importante, ya que la presencia y tendencia de *algo* condiciona los elementos circundantes: esto es, de si existe algún tipo de pauta social que permita el emplazamiento de unas actividades (y sus efectos) junto a otras o de si por el contrario las inhibe (Barceló, 2002: dinámicas de *atracción* y *repulsión* respectivamente; *vid.* 2.5). Analíticamente, una distribución espacial aparece como una colección de ubicaciones, cuya relación entre sí muestra un tipo de variabilidad espacial

determinada (“estructura”) y es caracterizable mediante una función matemática (polinomio de n -orden) (Maximiano, 2008). Esto nos lleva a plantear: ¿caracterizar las tendencias observables en un entramado de localizaciones sirve para delimitar el lugar de las acciones, las cuales generaron uno u otro tipo de distribución en los restos? Si la respuesta fuera positiva, el análisis espacial reportaría información sobre el comportamiento cultural que ocasionó el registro arqueológico estudiado.

La analítica espacial en sí se centra en encontrar y definir relaciones a partir de las localizaciones concretas de unos eventos consigo mismos y con los demás. La variabilidad espacial se puede condensar bajo distintos formatos, este trabajo se centra en el conjunto de puntos (coordenados) sobre los que se efectúan una serie de técnicas estadísticas que posibilitan la identificación de patrones y sus tendencias. Esto induce necesariamente a reflexionar acerca de qué variables son significativas y cuáles no al caracterizar su variación espacial, qué escala tienen y qué resolución ofrecen para interpretar su causalidad, entrando por tanto en el debate de qué estamos analizando exactamente: esto son, las categorías escogidas según la relevancia e interpretación que damos a sus propiedades físicas (composición material, tamaños, morfologías, funcionalidad, etc.). En otras palabras, podemos plantearlo en términos de si existe o no vinculación entre distribuciones de determinados restos arqueológicos y espacios socialmente significativos; solo en caso afirmativo el análisis de su distribución nos acercaría al conocimiento de la proyección espacial de determinados comportamientos sociales.

4.1.2. En la necesidad de una metodología cuantitativa y heurística

Al captar, describir y explicar el comportamiento espacial es preciso integrar teorías, métodos y técnicas de un modo flexible, evitando que una metodología mecanicista nos lleve a excluir información, restringiendo la comprensión y el tratamiento del problema objeto de estudio. Es decir, sería adecuado asumir vías analíticas objetivas capaces de adaptarse a la variabilidad del registro y la problemática en cuestión, incorporando así un importante componente *exploratorio* (no definitivo y abierto a opciones diferentes) a la hora de caracterizar una distribución espacial. Así, ante la posibilidad de combinar técnicas, ensamblar resultados, representarlos y reformular de nuevo el proceso analítico, cada paso guarda el potencial de revelar información a varios niveles, siendo imprescindible extraerla de un modo preciso y con

las menores restricciones posibles. Es decir, es necesario reflexionar y apuntar hacia enfoques heurísticos y su relación con técnicas de análisis cuantitativas: todo puede ser útil *si* nos acerca a la resolución del problema y *si* nos permite examinar las variables mediante criterios formales y objetivos, aunque ello no se adscriba a un método lineal. La metodología, ejerciendo de nexo entre los principios teóricos y la realidad empírica, nos conduce a implementar procedimientos que permitan analizar eficientemente el objeto de estudio: y estos son, los restos arqueológicos en clave de las relaciones establecidas a partir de sus ubicaciones espaciales. Se trata de usar una perspectiva heurística para plantear y resolver problemas, al tiempo que desde un razonamiento lógico-formal y la estadística se establecen soluciones numéricas para su posterior interpretación en términos sociales e históricos.

La Ciencia en su postura clásica aboga por el consenso inter-subjetivo para construir conocimiento y, en esto, el uso de métodos cuantitativos como árbitro *anti*-subjetividad es una alternativa útil. La complejidad inherente en la información espacial implica que deba ser condensada, tanto en su estudio como en las formas de su posible representación, por lo que evitar la cuantificación supone el riesgo de cometer errores u omisiones diversas durante su manejo. Fundamentalmente el análisis espacial emplea la teoría Estadística, Estocástica y la Geometría: la primera permite inferir desde la generalización y comparación de datos, la segunda interviene en el marco analítico de los “patrones espaciales” (*vid.* 4.2) y la tercera orienta la observación y representación de los datos. Su incorporación como medio analítico es imprescindible ya que facilita la identificación objetiva de diferencias y tendencias en las distribuciones espaciales.

La Heurística, por otro lado, se entiende como la habilidad de ignorar o priorizar parte de la información disponible con el fin de tomar decisiones de un modo rápido, expeditivo y sencillo en oposición a otras vías mucho más complejas (Gigerenzer y Gaissmaier, 2011: 454). Cuando la información relevante es parcial (o está ausente) y existe una incertidumbre que impide proceder mecánica y linealmente, la Heurística emerge como la posibilidad de operar con problemáticas sin necesidad de seguir directrices concretas, las cuales podrían resultar obstaculizantes o poco eficientes. *Decidir* supone decantarse por métodos, técnicas o resultados, partiendo de una serie de reglas y generalizaciones informales extraídas del *pensamiento lateral*, la intuición, la experiencia, la comparación con casos afines, de “reducir y simplificar”, de reflexionar “a la inversa”, etc. Es decir, *lo heurístico* califica un marco de actuación basado en la flexibilidad y la

informalidad, opuesto a “pauta analítica rígida” pero provisto de un bagaje práctico y experimental (Pólya, 1957; Gigerenzer y Gaissmaier, 2011).

La Arqueología ha tenido componentes heurísticos en la medida que la búsqueda de soluciones ha sido, en ocasiones, ajena a *leyes* lógicas (aunque luego se postularon como tales) y afines a vías simples o poco restrictivas, aportando precisamente la “robustez” a diversos procedimientos. Un buen ejemplo lo hallamos con K. W. Kintigh y A. J. Ammerman (1982), quienes pusieron énfasis en ello al plantear así el análisis espacial, llamando a conciliar la cuantificación con el bagaje acumulado por la *praxis arqueológica* para enfrentarse a la complejidad y la incertidumbre inherentes. Si bien el resultado inmediato fue la técnica “*k-means*”, más exploratoria que concluyente según los propios autores, no hubo continuidad y su propuesta no fue profundizada. No obstante su rastro sí puede seguirse en las técnicas multivariantes y contextuales de los 80’s, además de vislumbrarse matices heurísticos en la comparación de modelos (Carr, 1991; Wandsnider, 1996), la simplificación estadística (Wünsch, 1992, 1996) o la condensación y representación de datos (Frischer, 2008; Gooding, 2008; Llobera, 2011). Todo ello imploca dos tendencias relacionadas entre sí: una más técnica, destinada a resolver cuestiones específicas, y vinculada por ejemplo al orden y los objetivos en los usos de la cuantificación. Seguida por otra más relacionado con la interpretación y la representación de datos, constituyéndose como una “salida” de resultados, al mismo tiempo que sirve a su *re-exploración* y *re-interpretación*. Es por todo esto que praxis, estrategias y soluciones de tipo heurístico dan libertad suficiente al estudio del *espacio arqueológico*, ajustando la percepción de la variabilidad en las distribuciones mediante distintas vías y en diversos grados, explotando técnica y visualmente el registro.

4.2. Detectando la *mecánica espacial*: series analíticas y representación gráfica

Lo que aquí se entiende por *mecánica espacial* es el comportamiento que presenta una distribución a varias escalas, producto de la dinámica de *atracción* y *repulsión* entre eventos dependiendo de su localización. En la variabilidad espacial pueden observarse tendencias en función de la distancia que separa los puntos (*eventos*), los cuales representan determinados restos arqueológicos, por lo que caracterizar tendencias en las

distribuciones nos lleva a inferir sobre las posibles relaciones espaciales. Para ello, en esta sección se establece la serie analítica con la que se pretende examinar el conjunto de distribuciones arqueológicas de la “Zona IV” (Galería Inferior). Se trata de instrumentos, *descriptivos* y *exploratorios*, orientados a obtener información detallada sobre la variabilidad espacial de diversas poblaciones existentes en los suelos de ocupación. Tales tendencias giran en torno al tipo de relación presente entre los elementos arqueológicos, lo cual es (y *debe ser*) cuantificable. En el siguiente apartado (4.2.1) se expone un resumen sintético de la teoría en que se fundamenta la estimación matemática de patrones espaciales. Pero “caracterizar” es «recuperar información» (*sensu* Clarke, 1977a: 9), por lo que la estimación es solo una parte; en el otro extremo se busca la visualización de los datos y los resultados numéricos a distintas escalas. La serie analítica descrita más abajo lleva a cabo esa combinación (*vid.* 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4).

4.2.1. Notas sobre teoría estocástica

El análisis estadístico del espacio se fundamenta en la teoría de procesos/patrones estocásticos y en el concepto de *aleatoriedad* (especialmente representada por una función Poisson bivariada), definida como la “no asociación” o “independencia” entre localizaciones de una misma distribución. La *aleatoriedad* tiene dos acepciones sobre las que se construye la teoría estocástica: primero en la muestra, pues la inferencia probabilística necesita de una población “representativa” respecto al fenómeno (no puede haber “dependencia” al tomar la muestra); segundo en lo técnico, ya que proporciona un marco comparativo de referencia (Cressie, 1991). Lo que concierne a este trabajo son los *patrones de puntos* (“*point pattern*”) y el modelo de *aleatoriedad espacial completa* (CSR, “*complete spatial randomness*”) sobre el que se basan algunas de las técnicas que se aplicarán a los datos coordinados de la Zona IV.

Por lo general estos conceptos están poco desarrollados en arqueología, ya que las técnicas analíticas apenas los contemplaron durante el procesualismo y mucho menos en los 90's. La aleatoriedad se convierte en un fundamento básico al operar y comparar, adquiriendo un rol exploratorio sumamente útil en la definición y caracterización de distribuciones espaciales, ya que permite fijar unos márgenes para las dinámicas *atracción/repulsión*. Así pues, una serie de localizaciones (pertenecientes a un mismo evento y siendo la expresión material del mismo) mantendrán siempre una determinada relación entre ellas, pero para conocer y comprender a naturaleza de ese vínculo una vía

útil, analítica y objetiva es la lectura estocástica de una distribución espacial. Para ello se considera que:

- i) existiendo un patrón espacial de puntos X , se asume que éste es un conjunto, finito e identificable, en una serie de localizaciones posibles (S) distribuidas en una región espacial R de d -dimensiones ($S \in R^d$). N es una variable *aleatoria* (representativa), medible y localizada, donde cada ubicación posible de ésta es un *evento* con valor real ($s_1, s_2 \dots s_n$). Cuando se analiza un patrón en un espacio finito A , éste se considera una fracción *aleatoria* del espacio ocupado por el fenómeno completo, ergo es una porción ($A \subset R^d$). Puesto que la *mecánica espacial* se basa en relaciones (de cualquier tipo) entre eventos n , los límites fijados al establecer A interrumpen virtualmente la posible relación entre ellos al quedar situados a ambos lados de una posible frontera arbitraria. Esto genera el llamado *efecto borde*, que en el plano teórico introduciría un sesgo artificial en la naturaleza muestral de A , distorsionando el cómputo. Por este motivo se hace necesaria la utilización de *correctores* para volver a ajustar, en la medida de lo posible, la población observada a su “representatividad” teórica inicial (Cressie, 1991; Møller y Waagepetersen, 2004; Stoyan, 2006).
- ii) Cuando se trabaja con distribuciones espaciales, la estimación del patrón puede hacerse comparando la distribución observable con un modelo teórico, el cual se postula como hipótesis nula (H_0). Para simplificar la modelización comúnmente se propone un patrón *Poisson homogéneo* con el que comparar la población, esto es, asumiendo la condición de *aleatoriedad espacial completa* (“*complete spatial randomness*”, CSR) ya que en condiciones empíricas ésta sería “imposible”. Bajo el supuesto de CSR se crean las nociones teóricas de *estacionariedad* e *isotropía*, que se dan respectivamente cuando un evento tiene las mismas posibilidades de aparecer en cualquier lugar del espacio (la presencia no depende de la localización), y cuando tampoco varía en función de la dirección en que se observa. Resumiendo, cuando la tendencia de la distribución es invariante a la traslación y a la rotación (Bailey y Gatrell, 1995; Stoyan, 2006).

Las distribuciones que nos ocupan se han caracterizado de manera discontinua y cualitativa como nubes de puntos, los cuales son concebidos como *eventos de aparición* o “presencia” de una determinada variable N , de modo que una manera de medir las relaciones espaciales es la *intensidad de aparición* de tales *eventos* por unidad muestral (λ), especificada como una ratio ($\lambda = N / A$), y su variación en el espacio. De esta forma, en el modelo teórico CSR la varianza de la *intensidad* está controlada y permanece constante ($\hat{\lambda}$) porque coincide con la esperada bajo *aleatoriedad total*. Así

pueden fijarse tres tipos de patrones teóricos: *aleatorio*, *agregado* y *uniforme*²⁶; así, considerando que λ en un patrón *agregado* es mayor que en uno *aleatorio*, pero menor a éstos dos en uno de tipo *uniforme* (Diggle, 2003). En otras palabras, usando la métrica en la relación entre pares de localizaciones de una misma distribución (la cual se identifica con un mismo fenómeno que varía en el espacio), la distancia entre puntos decrece en orden *uniforme* > *aleatorio* > *agregado*, con un aumento de λ inversamente proporcional. Se hace imprescindible mencionar también que la *escala* a la que se observan las distribuciones, y se estiman los patrones, es un factor crucial puesto que un fenómeno puede presentar un comportamiento heterogéneo. Esto conlleva que puedan existir diferentes patrones en una misma distribución según se establezcan distintos niveles de observación (Diggle, 2003; García, 2008). Un ejemplo característico de ello es el “ocultamiento” de información como consecuencia de la generalización (cosa que se da en el test del *vecino más próximo* y se evita en *K de Ripley*). En definitiva, el estudio de los patrones estocásticos parte de lo expuesto, centrándose en los “efectos” espaciales a través de los que se genera la distribución observada: en la teoría estocástica ello se clasifica en *efectos de primer y de segundo orden*. En los primeros se describe la variabilidad de la población en toda el área de estudio (escala global); en los segundos se tratan las diferencias a escala local, es decir, con la covariación a niveles menores que el área muestral completa (Bailey y Gatrell, 1995; Møller y Waagepetersen, 2004; Maximiano, 2008).

4.2.2. Descriptores estadísticos básicos

Siguiendo las bases de la estadística, los individuos de una población pueden compararse entre sí para obtener una descripción sobre la variación interna del conjunto. Es posible observar tendencias según la estimación de la *media*, *mediana*, *moda*, *varianza*, *desviación típica*, *curtosis*, etc. (Orton, 1980; Shennan, 1988; Baxter, 1994, 2003; Barceló, 2007). Estos valores indican cómo se distribuyen los datos si los ordenamos, por lo que son de utilidad en cuanto sirven para comparar la tendencia observada (empírica) con la que se esperaría encontrar bajo determinadas circunstancias (teórica). Este tipo de estimaciones se conocen como “descriptores básicos” (Maximiano, 2005, 2008), y si bien tienen una naturaleza *univariante* también pueden llevarse a un nivel *bivariante* o superior. En el análisis de coordenados acostumbran a emplearse datos bivariantes, en

²⁶ “Patrón *uniforme*” o “*regular*” son los términos más usados en la bibliografía, motivo por el que no se modificarán. No obstante, considero más oportuno el concepto “*inhibición*” debido que la tendencia es a mantener la distancia y, además, es más cercano a la idea de *repulsión*.

correspondencia a los ejes x , y , dejando la z (altura-temporalidad) en un segundo plano (Wünsch, 1998; McPherron *et alii*, 2005). De este modo los mapas son bidimensionales ($2D = x, y$), existiendo en cada eje una serie de localizaciones posibles (figura 6).

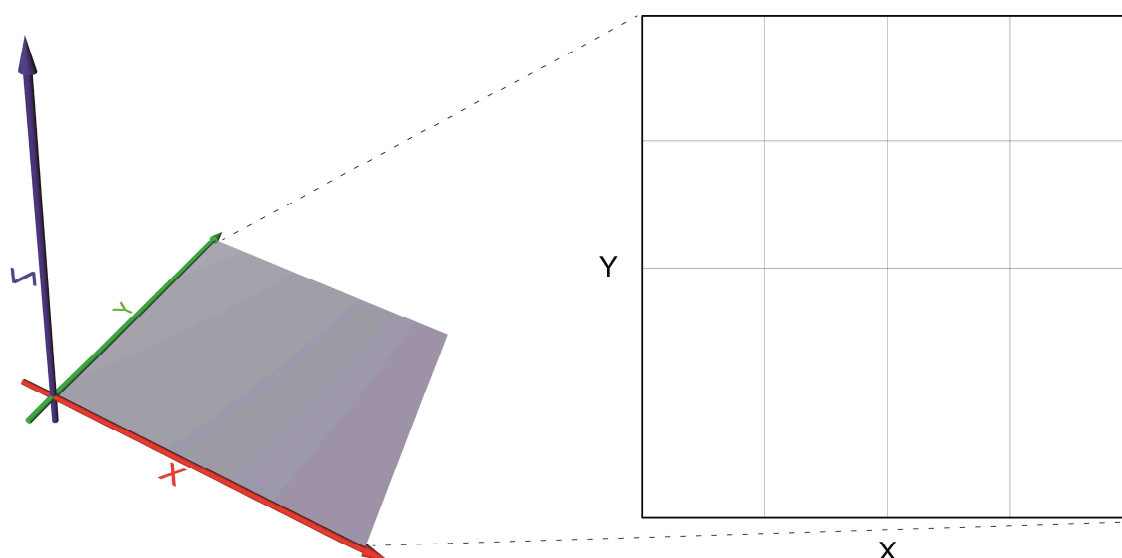


Figura 6: los ejes de las coordenadas cartesianas son 3 y proporcionan una localización "absoluta". La parte sombreada (x, y) señala el plano transversal representado habitualmente en los mapas arqueológicos, en este caso de yacimientos.

(Software: Voxler® 3 y PAST respectivamente, montaje con Adobe Illustrator CS6)

La propia naturaleza de los datos coordenados hace que la *descripción bivariante* no sea la mera suma de dos dimensiones ($x + y$), si no que tenga cualidades implícitas debido a que las distribuciones espaciales se definen por las d -dimensiones de una región espacial (R^d). La "descripción básica bivariante" constituye la primera aproximación: se comprueba si el proceso estocástico se extiende por la totalidad del área muestral (*medida de centralidad*), si existen tendencias concretas en varios lugares o se reparten de manera independiente (*medida de regularidad*) y cuál es el grado de dispersión que presenta (*medida de agrupación*). Esta caracterización inicial se vincula a los efectos de *primer orden* y la *estacionariedad*, puesto que se busca definir la relación general existente entre la distribución y el área muestral (A) en la que se encuentra, es decir, si los ítems localizados tienden a emplazamientos concretos en A o no. Para esto se emplean ocho indicadores (Maximiano, 2008): *media central*, *med. geométrica*, *med. armónica*, *mediana central*, *centro de mínimas distancias*, *desviación estándar de x e y* , *desv. est. de la distancia (euclidiana)*, *desv. est. de la elipse* y superficie de ésta.²⁷

²⁷ Una síntesis sobre los descriptores básicos puede hallarse también en el capítulo 4 del manual de CrimeStat III:

4.2.3. Tests de tendencia en la distribución

Este tipo de tests se vinculan al llamado *segundo orden* y analizan la composición estructural de la distribución; esto es, si los individuos se distribuyen aleatoriamente o no en el espacio y cómo esa tendencia varía, lo que revelaría cierta “mecánica” de *atracción* o *inhibición* de una variable sobre la presencia de sí misma en ubicaciones próximas pero sin llegar a analizar su correlación. Aquí se emplearán básicamente dos tests para analizar la estructura del patrón: el *vecino más próximo* y la función *K de Ripley*.

Análisis del vecino más próximo (NNA):

La primera técnica en análisis de patrones de puntos estuvo basada en la medición de las distancias entre eventos próximos. Fue diseñada desde la Ecología por Philip J. Clark y Francis C. Evans, con el fin de examinar la distribución de una población según las distancias que mediaban entre los individuos registrados. La siguiente descripción sigue la propuesta original (Clark y Evans, 1954) y su desarrollo arqueológico desde los setenta (Whallon, 1974; Hodder y Orton, 1976; Kintigh, 1990; Blankholm, 1991: pp. 109-122).

Una variable N en un área muestral A se distribuye en una serie de localizaciones s_n . Se asume entonces que cada evento localizado n_0 tiene un evento vecino más próximo n_1 , siendo el distanciamiento entre ambos $r = s_{n0} - s_{n1}$; asimismo, la *intensidad* media de puntos por área es $\rho = N / A$.²⁸ La distancia media observada entre eventos más próximos es $r_o = \sum r / N$, mientras la media en una distribución teórica CSR esperada será $r_e = 1 / (2 \sqrt{\rho})$. Entonces, el coeficiente global $R = r_o / r_e$ adquirirá **valor 1** si la población empírica muestra una tendencia *aleatoria*, los **valores hasta 2,1491** indicarían *uniformidad* y, los **inferiores a 1**, *agrupación*.

A grandes rasgos se trata de un test sencillo que indica la tendencia global de la nube de puntos hacia algún tipo de patrón espacial, sin atender a las particularidades surgidas a diferentes escalas. Ésta, junto a los problemas del efecto borde y el condicionamiento que impone el tamaño y forma de A , son las adversidades más claras. Si bien el programa informático PAST evade estos últimos hándicaps de tipo más técnico (Barceló y Maximiano, 2008; Hammer, 2012), lo relacionado con la escala es insalvable dado el carácter unidimensional y generalizador del coeficiente. A pesar de

²⁸ NNA trata con la *intensidad* en la forma antes definida (λ), pero debido a que en la bibliografía se encuentra como ρ se ha optado por mantener la nomenclatura pese a ser sinónimas. <http://icpsr.umich.edu/CrimeStat/workbook.html>

que se propusieron ampliaciones del test original, comparando el patrón hasta la enésima *vecindad* (Thompson, 1956), esa idea apenas tuvo trascendencia en nuestra disciplina, ni siquiera en ecología, viéndose absolutamente descartada tras la incorporación de la función K (*vid.* siguiente apartado).

La utilización del NNA en arqueología fue prolífica durante los setenta y principios de los 80's, sobretudo a escala *inter-site*, pero su uso se fue perdiendo desde entonces fruto de sus limitaciones y a favor de las técnicas multivariantes. En este trabajo se tendrá como un índice de referencia que será comparado con los resultados obtenidos mediante otras estimaciones. En las próximas páginas se empleará la versión contenida en PAST, donde se indican los siguientes descriptores: N (modo univariante), superficie de A y el cómputo de ρ , así como los valores r_o , r_e y del coeficiente global R . Incluyendo además un índice probabilístico sobre $H_o = CSR$ y un histograma donde las distancias empíricas se comparan con la función teórica. En lo que respecta a los correctores del *efecto borde*, puede escogerse entre convertir A en un toroide (*"wrap-around"*), el desarrollado por K. P. Donnelly (*vid.* Hammer 2011, 2012) u optar por ninguno. Asimismo, en A se utilizará el polígono mínimo formado por los puntos mas externos de la distribución (o *"convex hull"*), pero también es posible usar el rectángulo más ajustado posible (Hammer, 2012). Por otro lado, para determinadas circunstancias y los casos de estudio que lo requieran, existe la posibilidad hacer una selección y filtrar los puntos que supuestamente distorsionan la tendencia global, pudiendo excluir los valores extremos o "suavizar" los valores de la distribución (por ej. mediante una transformación logarítmica).

K de Ripley:

Se trata de una función descriptiva para patrones de puntos creada por B. D. Ripley (1976, 1977, 1979, 1981) y ampliamente utilizada en Ecología (Dixon, 2002; Diggle, 2003; Cruz Rot, 2006; etc.). *K de Ripley* se creó con la finalidad de superar los estadísticos convencionales que, en muchos casos, eran meros coeficientes uniescalares (caso del *vecino más próximo*). Anteriormente ya he mencionado la escasa aplicación de la función K en arqueología (*vid.* sección 2.4.3); de igual modo es ineludible mencionar su parecido con el *análisis de densidad local* (Johnson, 1977), donde se estiman densidades a partir de un radio y asignándole un coeficiente.

Así pues, dado un conjunto de eventos N de una variable localizados en el área muestral A , la función K opera sobre la intensidad (λ) de eventos n a partir de un radio r ,

$$K(r) = \lambda^{-1} \quad ; \quad \lambda = N / A \quad (4.2.3: 1)$$

siendo λ^{-1} el número medio de individuos comprendidos a una distancia $\leq r$ respecto un evento central típico del patrón que no es computado. El uso más común de la función K toma de referencia un patrón CSR, a partir del cual se estima la intensidad a varias escalas (según la medida de r) y la clasifica en *agrupada*, *aleatoria* o *uniforme*. Para ello, bajo los supuestos de estacionariedad e isotropía a cualquier escala (CSR), la función modeliza la *intensidad* según la aleatoriedad, lo que la convierte constante ($\hat{\lambda}$). De tal modo,

$$\hat{\lambda} = \frac{N}{A} \quad ; \quad \hat{K}(r) = \hat{\lambda}^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N I(d_{ij} < r) \quad (4.2.3: 2);$$

donde $\hat{\lambda}$ es la intensidad modelizada según lo esperado en CSR, N el número de eventos en la distribución, d_{ij} es la distancia entre los puntos i y j , $I(x)$ es una función con valor 1 si x se cumple o de lo contrario es 0. La representación gráfica más utilizada se lleva a cabo estabilizando la función (Besag, 1977), mediante la función $\hat{L}(r)$:

$$\hat{L}(r) = \sqrt{\frac{\hat{K}(r)}{\pi}} \quad (4.2.3: 3);$$

lo que en el caso de contraponerse a ella misma $\hat{L}(r) - r$ proporciona valores de 1, 0 ó -1 respectivamente para patrones *agrupados*, *aleatorios* o *uniformes*, facilitando claramente su lectura. Puede además combinarse con técnicas *Monte Carlo*, simulando un alto número de repeticiones de la misma función, lo que permite crear márgenes de confianza bajo una probabilidad del 0.05 (95%) de rechazar o no H_0 (*aleatoriedad*) y aceptar las hipótesis alternativas de *agrupación* o *uniformidad* (figura 7).

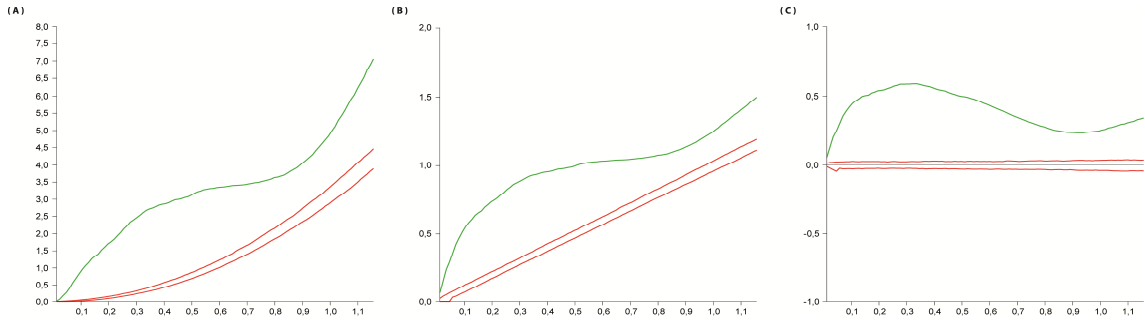


Figura 7: gráfico que ejemplifica los resultados obtenidos con la función *K de Ripley*. La función observada (verde) se compara con los límites mínimo y máximo teóricos de CSR (rojo). El eje de ordenadas indica los valores que toman tanto las dos funciones teóricas (límites de CSR) como la empírica (observada), mientras que la abscisa indica el valor de r ; es decir, cómo varía el grado de agrupación, aleatoriedad o uniformidad según la escala que ocupa el círculo sobre el que se calcula λ . Las imágenes muestran el tipo de gráfico resultante para cada función: **(a)** $\hat{K}(r)$; **(b)** $\hat{L}(r)$; **(c)** $\hat{L}(r) - r$. El ejemplo expuesto indica como la población empírica muestra una tendencia a la concentración de casos (supera el límite máximo para CSR) hasta $r = 0,4$; luego inicia un descenso de λ aproximándose a la aleatoriedad, pero antes de alcanzarla ($r = 0,9$) vuelve a remontar hacia la agrupación. En el ejemplo puede verse como la función empírica muestra oscilaciones graduales en el patrón a medida que se modifica la escala de observación, aun manteniéndose siempre dentro de los límites de una tendencia agrupada.

(Software: PAST)

Las ventajas de *K de Ripley* recaen en su sencillez y claridad, lo que le aporta una enorme versatilidad, además de poder operar a varias escalas y representar simultáneamente los resultados, permitiendo observar el comportamiento de la distribución a distintos niveles. El *efecto borde* podría ser un punto conflictivo, pues los correctores aplicados distorsionan artificialmente el cómputo, pero en este sentido se han desarrollado tres tipos básicos que, en el caso del tercero, soluciona perfectamente este problema (Cressie, 1991; Cruz Rot, 2006):

- (1) reproducir A alrededor de ella misma hasta convertir la central en un toroide, por lo que se elimina el efecto;
- (2) reducir el área de estudio respecto al área muestral ($W \subset A$), creando un espacio “protector”: la función solo actúa sobre $n \in W$ y las ubicaciones en el borde de W se ven compensadas al incluir los eventos contenidos en la zona de protección. Esta técnica solo funciona si d_{ij} es menor que la distancia existente entre W y A ;
- (3) diseñado por Ripley. Se pondera el *peso* o “relevancia” en la ecuación, de los eventos cercanos al borde, en proporción inversa al área del círculo πr^2 que sobresale de A (cuánta más superficie quede fuera, menor será su peso). El factor de corrección es: $w(s_i, s_j)$; donde w indica el “peso” de la circunferencia centrada en la localización s_i y cuyo radio alcanza s_j , tomando valor 1 si $r_{ij} \in A$, de lo contrario su valor es ponderado. Añadiendo el corrector a la función \hat{K} , ésta queda así:

$$\hat{K}(r) = \hat{\lambda}^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N w(s_i, s_j)^{-1} \frac{I(d_{ij} < r)}{N} \quad (4.2.3: 4)$$

En todo caso su aplicación está vinculada a la relación existente entre el área de estudio y la población, siendo solo necesarios en caso de darse condiciones de muestreo, es decir, si $S_N \cap A$ (Lancaster y Downes, 2004). Concretamente, en los siguientes análisis, emplearemos el *software* PAST porque permite realizar la estimación de manera fácil y directa: la versión disponible opera bidimensionalmente, sobre un solo tipo y el corrector no es modificable, éste pondera el *peso* de los casos al borde de A (corrector de Ripley), la cual es el rectángulo mínimo (Hammer, 2011, 2012).

Asimismo, desde sus inicios la función ha sido utilizada mayoritariamente en distribuciones bidimensionales ya que es la forma más común de tomar los datos (coordenadas cartesianas: x, y), pero el tipo de cálculo puede trasladarse al ámbito tridimensional (Eglen *et alii*, 2008; Jafari-Mamaghani *et alii*, 2010) y espaciotemporal (Lynch y Moorcroft, 2008). La introducción de una tercera coordenada (x, y, z) conlleva una transformación volumétrica del círculo de medición en una esfera, traduciendo el radio r a vector v . Sin embargo en arqueología la coordenada z tiene serias implicaciones espaciotemporales (McPherron *et alii*, 2005), por lo que tal posibilidad debería justificarse y acompañarse, los resultados, de una pertinente reflexión arqueológica. Igualmente, existe la posibilidad de representar gráficamente los resultados numéricos mediante isolíneas que agrupen coeficientes similares $K(r)$, $\hat{L}(r)$ ó $\hat{L}(r) - r$ a diversas escalas (Getis y Franklin, 1987). Estas opciones ofrecen amplias posibilidades en la caracterización y representación inicial de la variabilidad espacial; aun así, debido a las limitaciones de este trabajo estas tres últimas no se usarán, únicamente la de tipo bivalente (original de Ripley).

4.2.4. Visualización analítica de datos, variables y resultados

La visualización es una vía de tratamiento de los datos que permite representar la información que contienen de un modo sintético, integral y dinámico con el fin de maximizarla, facilitando así la comprensión y las posibilidades interpretativas (Craig *et alii*, 2006; Frischer, 2008; Gooding, 2008; Llobera, 2011). En este sentido las opciones son extremadamente amplias y por ello no serán tratadas en el presente trabajo; aun así, lo que sí nos concierne, es el empleo de técnicas que proporcionen elementos de apoyo a la descripción numérica (*vid.* 4.2.3). Si bien los casos de la *densidad kernel* y la *interpolación por distancia inversa* están basados en la modelización, ésta supone el

procesado de datos brutos y con sus resultados se obtiene una clarificación de la información; por eso aquí se clasifican como “técnicas de visualización”.

Estimación de la Densidad Kernel:

La *densidad kernel* es una función probabilística $f(x)$ que permite establecer la tendencia “suavizada” de una población en términos relativos, acrecentando las diferencias internas de forma no-paramétrica (sin apriorismos, se desconoce la forma de la distribución y ésta se describe según sus propios valores); es decir, dejando que ella misma se defina a partir de la *intensidad* λ de casos de la población. La función puede aplicarse a poblaciones *uni-* y *multi-*variantes, lo que va desde gráficos (histogramas, regresión, etc.) o resultados analíticos (componentes principales...) hasta distribuciones espaciales (bidimensionales o más), entre otros (Silverman, 1986; Scott, 1992; Wand y Jones, 1995; Baxter *et alii*, 1997). Los algoritmos de la función son:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (4.2.4: 5)$$

para los casos univariantes, y

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{nh_1 h_2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}, \frac{y - Y_i}{h}\right) \quad (4.2.4: 6)$$

en los bivalentes; donde para ambos h es el “ancho de banda” (o “*kernel*”), x e y las variables sobre las que intervendrían en cada caso (ejes cartesianos); pudiendo llegar a ampliarse con más, en nuestro caso añadiendo datos temporales o una tercera ubicación espacial (z). En el caso bivalente (espacial), h toma la forma de radio r ya que el “ancho” opera bidimensionalmente alrededor de una localización $s_n(x_i, y_i)$. El producto resultante son isolíneas de densidad relativa, o una sola para los univariantes, estimadas según un h fijo que le da un carácter *uni*-escalar, impidiendo la simultaneidad de medidas a distintas escalas (a diferencia de *K de Ripley*, *vid.* figura 7). En su mayor parte se trata de una herramienta exploratoria y de corte eminentemente descriptivo, orientada a percibir la variación de una población según un determinado referente. De igual modo, no aporta datos sobre el posible grado de aleatoriedad espacial que pueda tener la estructura de la distribución, lo que en principio significa que en sí misma *solo* conforma un mapa de densidades. Aunque puede ser utilizada para

modelizar determinados parámetros, aquí se usará su faceta descriptivo-exploratoria en modalidad *uni-* y *bi-*variante (para histogramas y nubes de puntos, respectivamente).

Su empleo en arqueología se extendió a partir de mediados de los 90's, llegando a generalizarse en la representación de datos espaciales al ser una herramienta que guarda su potencial en su adaptabilidad, aportando al mismo tiempo una salida gráfica formal, muy visual y clara. Las ventajas respecto a otro tipo de isolíneas las hallamos en que la teoría del sistema *kernel* permite optimizar el r , lo que trae consigo implicaciones en la resolución (e interpretación), además de prestarse al uso de porcentajes. No obstante, por eso mismo se ha subrayado su carácter exploratorio y lo apropiado de su combinación con otros tests (Baxter *et alii*, 1997).

Los mapas de *densidades kernel* serán generados precisamente con el objetivo de dar un referente visual a los datos, junto a una representación gráfica y simple de los mismos (gráfico de coordenadas x, y). En el primer aspecto, PAST ofrece la posibilidad de escoger r a voluntad y de modelizar la función *kernel* según cuatro opciones: *gaussiana*, *paraboloide* (cuadrática), *triangular* y *uniforme*, lo que repercute en el tipo de suavizado aplicado, es decir, en la resolución de la imagen (Hammer, 2012). En lo que respecta a los histogramas, el *kernel* se aplicará con el propósito de modelizar una función descriptiva que ignore los déficits iniciales del histograma (agrupación de casos por intervalos), observando así la tendencia mediante dos representaciones diferentes y simultáneas (barras de intervalo y función suavizada).

Interpolación por Distancia Inversa²⁹:

La interpolación es una técnica de simulación espacial, y tiene como objetivo la estimación de los valores que puede tomar una variable en regiones del espacio para las que no hay datos disponibles (Maximiano, 2005, 2008). En el caso de la *distancia inversa* se trata de un interpolador de medias ponderadas, pudiendo emplearse tanto de manera exacta como “suavizada”. Así pues, la técnica calcula el conjunto de valores que debe tomar una variable en cada ubicación según un factor de ponderación, de tal modo que la influencia que ejerza cada uno de esos valores sobre su entorno irá en función del resto de localizaciones, reduciéndose a medida que aumenta la distancia desde la primera y se reduzca respecto a las otras. Los resultados son representados de manera

²⁹ La información sobre la *interpolación por distancia inversa* ha sido extraída del manual interno del *software* Voxler® 3. En éste se ofrecen dos referencias bibliográficas al respecto (no consultadas en este trabajo):

Davis, J. C. 1986 *Statistics and data analysis in Geology*. John Wiley & Sons, New York.

Franke, R. 1982 "Scattered data interpolation: test of some methods". *Mathematics of computations* 157 (33): pp. 181-200.

“regionalizada”, es decir, mediante una superficie continua de valores: la matriz simulada se configura a partir de unos nodos formados por los casos (*puntos/eventos*) de la población observada, en torno a los cuales se asignan valores menores en función de la proximidad con otros puntos; en este sentido el cómputo puede ser exacto (números enteros) o “suavizado” (escala decimal). El algoritmo que define la *distancia inversa* es:

$$\hat{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad , \quad h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2} \quad (4.2.4: 7)$$

siendo h_{ij} la distancia que separa una localización s_j de su vecina s_i , \hat{C}_j es el valor que toma la interpolación en el punto s_j , C_i son los puntos vecinos, d_{ij} es la distancia entre el punto s_j y una localización vecina s_i , β es la potencia con la que actúa el parámetro de ponderación, y δ es el parámetro de “suavizado”.

En este trabajo la *interpolación por distancia inversa* se utilizará como forma de visualización comparativa, es decir, combinando sus resultados con el resto de analíticas. El uso de una base de datos lógica en términos de presencia/ausencia (*vid.* 4.3.1) lleva a que los valores operativos sean 1 y 0, por lo que los resultados esperados del cálculo suavizado estarán entre 1,0 y 0,0. Estos dos valores se emplean aquí como indicadores de dos categorías distintas: 1 = presencia de objeto tipo a , 0 = presencia de objeto tipo no- a (ausencia de a pero presencia de cualquier otro). El *output* obtenido es una escala numérica (1,0 > ... > 0,0) que mide la presencia de cada variable contraponiéndola a la otra como si fuese un “factor de inhibición”; es decir, el resultado puede interpretarse en términos de la hegemonía que ejerce una variable sobre una región espacial *a pesar* de que la otra también esté presente. Los objetivos de aplicar esta función es establecer una relación multivariante entre ubicaciones o áreas del espacio y una de las dos categorías (1 = desecho de fabricación *versus* 0 = posible útil; *vid.* 4.3), con la finalidad de comprobar si existen zonas diferenciadas por la proporción relativa de sus componentes.

A tal fin se empleará el *software* Voxler® 3, ya que está especialmente diseñado para este tipo de propósitos (cálculo y visualización 3D simultáneos), dando la opción a múltiples formas de mostrar los resultados mediante una interfaz sencilla e intuitiva. PAST también posee una función de *distancia inversa*, pero difiere de Voxler® 3 en cuanto a la capacidad de “suavizado” y la visualización de resultados.

4.3. El problema espacial en casos específicos: aplicaciones sobre la industria lítica tallada de la Zona IV

La observación y descripción de las distribuciones de restos arqueológicos, objetiva y formalmente, es un primer paso en el estudio del uso y la gestión del espacio. Las actividades y acciones humanas tienden a algún tipo de organización, por lo que la ubicación de sus efectos es producto de la intencionalidad social, a lo que se suman eventos naturales y determinados procesos tafonómicos. La interpretación de la variabilidad espacial y su causalidad es una tarea compleja y se subordina, en buena medida, a lo que en parte aquí llamaremos “categoría diagnóstica”³⁰. Ésta es un concepto teórico-interpretativo que recibe un *significado* arqueológico a partir de criterios epistemológicos, relacionados con acciones y actividades humanas o con posibles dinámicas depositacionales y postdepositacionales. La “categoría” actúa como la unidad de análisis que condiciona la lectura de los resultados, delimitando en cada caso qué aspectos sociales y tafonómicos se están estudiando, es decir, se elabora para reconocer y diferenciar entre elementos del registro y poder clasificarlos.

En esta aproximación cuantitativa a la “Zona IV” de la Galería Inferior se han escogido varias poblaciones relevantes en términos de detección e indicadores del uso/segregación potencial del espacio. La línea de los análisis *intra-site* se han fundamentado en el análisis de categorías nominales (usualmente poco desarrolladas) referidas a los grandes conjuntos de evidencias materiales: restos líticos, óseos, vegetales, pigmentos (ocres...), etc. y cómo aquellos se disponen en la superficie de los supuestos niveles de ocupación, dando lugar a una aproximación social o tafonómica de la variación espacial observada. Aunque aquí no se incluyen, sí que existen alternativas a estas “categorías nominales”, como se muestra por ejemplo en el análisis del impacto y el reflejo que tienen las actividades y estructuras en la matriz sedimentaria (Shahack-Gross *et alii*, 2004); la constatación de residuos químicos procedentes de diversas acciones (Hjølström e Isaksson, 2009); factores como la iluminación y el condicionamiento que ejerce sobre las actividades (Dawson *et alii*, 2007); o en las implicaciones socioculturales que puedan tener la interrelación simultánea de los elementos ambientales en las cuevas

³⁰ El planteamiento original procede de la noción “categoría diagnóstica de la acción social”, a través de la cual poder identificar las actividades humanas en la dimensión espacial (*vid.* Wunsch, 1989, 1991, 1992, 1996; Pallarés, 2000). El término empleado aquí recupera esa idea, pero releándolo de un modo más amplio ya que inicialmente se centraba en los fenómenos sociales y esta forma de proponer el análisis es aplicable, simultáneamente, tanto a nivel antrópico como tafonómico. Es decir, en el nivel conceptual e interpretativo, en este trabajo la “categoría” es *orgánica* (no-mecanicista), pues encierra información combinada sobre procesos *culturales* y *naturales* (*sensu* Schiffer, 1987).

(Arias, 2009; Pastoors y Weniger, 2011); entre otros. En cualquier caso, no debe olvidarse que todas y cada una de las variables siempre debe ir ligada al resto, no olvidando que el espacio es una estructura relacional compuesta por un *continuum* de intersecciones entre acciones y efectos.

El componente principal de este análisis es la población constituida por la industria lítica tallada, la cual ha sido caracterizada desde diferentes vertientes (tipología y traceología-funcionalidad). Para contextualizar ese análisis se incluirán otras poblaciones del registro arqueológico, como la referencia (sin desarrollo arqueológico ni cuantitativo) a la distribución de una “macrocategoría” denominada «restos de fauna» (población total: 3.753 casos), junto a otras variables como la presencia de límites espaciales físicos definidos como las potenciales estructuras y la morfología de la cavidad en este sector. Esto se debe a que el interés no recae únicamente en la posición absoluta de los restos, si no en la relación con elementos estructurales, “ambientales” (de la galería) y en la potencial segregación espacial en función de la presencia de algunas variables en emplazamientos concretos y la estructura de su distribución. A este respecto se añade, a parte de una sección para la industria lítica, una exposición de las líneas de investigación propicias en el análisis espacial y que ya han sido propuestas en publicaciones sobre el yacimiento (*vid.* 4.3.2).

4.3.1. La industria lítica tallada

La población lítica aquí analizada está compuesta por ($n =$) 1.173 casos, cada cual en posesión de una localización tridimensional absoluta (x, y, z) y que para este trabajo ha sido diferenciada según cuatro tipos de soporte: restos de talla, lascas, láminas y retocados (figura 8). Estos datos se han organizado en torno a una tabla, ordenándolos en campos alfanuméricos (nº de inventario; coordenadas x, y, z ; observaciones) y lógicos de presencia/ausencia (tipos de soporte) para facilitar su análisis y evitar los posibles errores, confusiones y redundancias (tabla 2).

Nº de inventario	Coor. X (UTM: 4462...)	Coor. Y (UTM: 48091...)	Coor. Z (m.s.n.m.)	Restos de Talla	Lasca	Lámina	Objeto retocado	Observaciones

Tabla 2: Inventario utilizado para la clasificación de la industria lítica tallada. Nota: se trata de coordenadas UTM, las cuales están abreviadas tal como indica la tabla (a cualquier localización espacial coordenada hay que sumarle las 4 y 5 cifras restantes).

Cada individuo ha sido adscrito a una sola categoría mediante la observación macroscópica y sin el apoyo de un estudio detallado. Esto se debe a que no existe una correlación espacial directa entre todas las variables analizadas en un estudio lítico, es decir, que no todo lo que “tecno-tipológicamente” es *significativo* lo es necesariamente en el espacio (caso de la materia prima, por ejemplo). Por este motivo, se ha creído conveniente hacer una división primaria del conjunto a través de los soportes básicos imbricados en la producción de útiles, resultando en estas cuatro clases genéricas; la cuestión es si a cada una tiene una localización determinada (o no) y si hay cierta tendencia a correlacionarse con el resto. Cada tipo recibe la siguiente descripción:

Restos de talla: se ha definido como “resto de talla” todas aquellas piezas que por su tamaño y morfología no se consideran un “útil”, más relacionadas con el carácter técnico de la talla. Es decir, lo son los fragmentos de tamaño reducido (≤ 5 mm. aprox.) que generalmente aparecen como esquirlas y residuos del *débitage*, alcanzando en algunos casos medidas muy pequeñas (“*debris*”). La lectura arqueológica se hace en relación a su producción, indicándonos la trayectoria espaciotemporal desde su desprendimiento (de un núcleo o un soporte) hasta el momento en que “pierde su relevancia”. Esto se refiere al “abandono final”, momento en que esos fragmentos quedan *fuera* del “orden normal de cosas” y devienen en elementos totalmente *pasivos* del entorno: es decir, toda acción intencional se desvincula de ellos, factor que comprende la noción de “*desecho*” y su gestión. Asimismo, dado su tamaño no se descartan implicaciones tafonómicas, sobretodo en términos de *reducción* de la muestra y *remoción* respecto a la posición primaria, causadas por fenómenos como el pisoteo (“*trampling*”), circulación de agua, animales, etc.

Soportes en lasca y laminares: son aquellos que han sido extraídos por *débitage* y que morfológicamente cumplen con los respectivos cánones al uso. “Lasca” se entiende como aquél soporte en que la proporción longitudinal no supera el doble/triple de su anchura, mientras la definición de “lámina” es inversa, más larga que el doble/triple del ancho. Ambas son producto primario de la extracción (sin retocar), ergo constituyen los soportes básicos que se usarán directamente o se retocarán, lo que lleva a su conceptualización relativa como “útil”. Si bien no se han tenido en cuenta criterios técnicos, lo que hubiera caracterizado algunos casos como “restos de talla” (pero no “*debris*”), esta división aporta cierta dualidad tecno-morfológica aun asumiendo tal

desajuste. Los dos soportes obedecen a intenciones significativamente distintas en el momento de la talla (sus diferencias no son aleatorias ni mínimas); por lo que en el contexto de la *cadena operativa* pueden considerarse dos productos distintos, aunque su utilidad y gestión espacial pudieran ser similares. Mediante estos conceptos se trata de comprobar este último punto, la *equifinalidad* espacial de dos categorías distintas.

Soportes retocados: se trata de extracciones laminares o en lasca sobre las que se ha practicado un segundo *débitage* para reparar los filos o rectificar y adaptar su morfología a un propósito específico. De este modo, los objetos obtienen una serie de atributos característicos que los sitúa como producto final de la talla, “útiles” procedentes de una fabricación más especializada que aquellos sin retoque. En la ‘zona IV’ encontramos algunos buriles, raederas y raspadores, los cuales pueden *significarse* como objetos con una entidad diferenciada por su forma de ser producidos.

Otros: además de estas cuatro distinciones, se han identificado 7 núcleos, uno de ellos posiblemente reutilizado como percutor. Existen asimismo 3 fragmentos informes y de mayor tamaño que los “restos de talla”, que bien podrían ser clasificados como tales, los cuales se han relacionado a gestos técnicos de reconfiguración del núcleo. Estos ítems han sido incluidos como “observaciones” (*vid.* tabla 2), lo que en el caso de los núcleos conlleva su exclusión respecto a las otras cuatro categorías. La interpretación arqueológica que podría hacerse sería como “gestión del objeto no productivo” y como “restos de talla”, respectivamente, pero debido a la escasa cantidad de ellos (baja presencia) no se incluirán en el análisis.

Existen otras variables que serán tratadas sucintamente en este análisis. Se evaluará si el estudio funcional (*vid.* 3.2) es significativo en términos espaciales, ya que se realizó a partir de un muestreo orientado a estudiar la traceología y podría no ser adecuado para realizar inferencias sobre el espacio.



Figura 8: ejemplos de la industria lítica clasificada. **Izquierda:** pequeñas lascas. **Centro:** fragmento distal de lámina. **Derecha:** ejemplo de útil retocado.

4.3.2. Apuntes sobre la Galería Inferior

En repetidas ocasiones se ha comentado la necesidad de sumar el análisis espacial al conjunto de interpretaciones sobre el registro de la Galería Inferior, el cual es complejo en términos de extensión y duración de las ocupaciones, el tipo de actividades realizadas y los efectos materiales que han llegado hasta hoy o el significado existente entre éstas y el arte (Arias *et alii*, 2001, 2011b; Ontañón, 2003; Arias, 2009; Maximiano *et alii*, 2013). Hay tres ámbitos propuestos que todavía no han sido desarrollados en profundidad: dos teórico-conceptuales y uno metodológico-práctico.

El primero se orienta a las estructuras, ocupándose de su reconstrucción y de interpretar socialmente la temporalidad de las ocupaciones y la funcionalidad de las áreas. Se ha establecido la hipótesis de estructuras similares a los “*tipis*”, hechas con material perecedero y que compartimentarían el espacio natural de la cueva. Ello podría mostrar una probable diferenciación en la distribución de restos sobre el suelo, debiéndose tanto a los “efectos barrera” como a las diferentes actividades llevadas a cabo en cada sector (Ontañón, 2003). Por otro lado, dados los elementos comunes entre éste y otros asentamientos isócronos se ha planteado también un estudio de contextos rituales vinculando simbolismo, materialidad y espacio. Existen elementos cuya relación sobrepasa la “funcionalidad”, lo que lleva a hipotetizar sobre la posible interacción “ideológica” entre la propia fisonomía de la cavidad (iluminación, sonidos, arte, etc.) y sus ocupantes (Arias, 2009). Esto no será tratado en este trabajo pero se tendrá en cuenta para el planteamiento de hipótesis futuras. Finalmente, en el ámbito metodológico-práctico debe desarrollarse la problemática espacial, integrándola en una plataforma SIG para gestionar los “geodatos” y articulando teoría, metodología y estadística espacial. Ello se encaminaría a detectar la relación entre elementos físicos y a cuantificar la variabilidad espacial en las distribuciones de ítems arqueológicos, teniendo como objetivo la caracterización de los efectos espaciales observados, posibilitando así la aproximación a la causalidad potencial (social y natural) que los generó (Maximiano *et alii*, 2013).

De esto podemos extraer varios contextos de análisis, si bien algunos de ellos son limitados en estos momentos:

- (a) una “estructura” es una modificación artificial del entorno físico-natural, y surge de una intención explícita de acotar el espacio y asignarle una función determinada. La aportación de rocas a emplazamientos concretos de la “Zona IV”, supone una compartimentación *de facto* forzosamente *significativa* (de lo

contrario no existiría), lo que facilita la distinción entre áreas *interiores* y *exteriores* a las estructuras. Por tal motivo, puede plantearse un análisis de ambas áreas tanto en presencia de elementos como en tendencia espacial. La explicación a lo cual podría fijarse en que los “procesos depositacionales” ocurridos (antrópicos y naturales) son de naturaleza distinta en cada lugar. La descripción de tales “procesos” se fundamenta en la preeminencia de determinados restos en unas ubicaciones y no en otras, a la par que presentan una “estructura espacial” concreta (*aleatoria*, *agrupada*, *cambiante*...); esto define el *efecto espacial* que una acción o evento *imprimen* en los restos materiales.

- (b) En segundo lugar, habría que tener en cuenta la posible particularidad de las actividades llevadas a cabo en la “Zona IV”, línea de trabajo que actualmente es parcial hasta que no pueda compararse ésta con las demás zonas de la cueva y si (aumentando su validación) la misma pauta se repite en otros asentamientos. Es decir, esa “particularidad” debe establecerse mediante “diferenciación cualitativa”, aspecto que puede plantearse si se traslada la problemática al espacio relacional: las actividades que ocurren en un lugar *tienden a* hacerlo ahí en la medida en que *no puedan* suceder en otro. Lo que interpretativamente significa que existen contextos socioculturales (con “procesos depositacionales”) distintos que se inhiben mutuamente, siendo factible con la dicotomía *sagrado* vs. *profano*. Así pues, las causas de tipo funcional podrían coexistir con las “simbólicas”, pero en cualquier caso la interpretación no es por ahora el objetivo.
- (c) Tercero, el *objeto* es el tipo de relación existente entre las ubicaciones georeferenciadas de cada elemento, y cuyo *objetivo* es construir un discurso interpretativo que explique el porqué de las distribuciones. En el caso de las distribuciones espaciales (el presente trabajo), dicha relación se define estableciendo qué patrón sigue el conjunto de localizaciones. La tendencia de esos patrones facilita la discriminación de los efectos espaciales trazados en la materialidad, permitiendo una aproximación a las posibles causas.

4.3.3. Formalización del problema espacial y las categorías de análisis

La formalización del análisis se estructurará en torno a dos enunciados teóricos tomados como axiomas (I y II), y a dos hipótesis de trabajo paralelas y complementarias que orientarán el análisis cuantitativo (1 y 2). Así pues,

- (I) un mismo fenómeno puede no ocurrir simultáneamente en todos los lugares posibles, caso de las acciones humanas que configuran los *espacios sociales*; por tanto existirán localizaciones donde éstas tengan presencia y otras donde no.

Los *espacios arqueológicos* son una «intersección» de efectos fruto de múltiples eventos humanos y naturales (Barceló *et alii*, 2006), ergo se ha producido la interacción de un conjunto de “procesos depositacionales” (causales) que condicionan el emplazamiento de las evidencias arqueológicas. Para diagnosticar un uso diferencial (o no) del espacio e inferir su gestión debemos centrarnos en esos procesos, en los que se sintetiza la causalidad³¹.

- (II) Un “proceso depositacional” determinado que incide sobre una región del espacio da como resultado una distribución con una tendencia específica en dicha área. Se asume que los supuestos de *estacionariedad* e *isotropía* espacial (CSR: *vid.* 4.2.1) se cumplen cuando la suma de factores causales genera un “proceso depositacional” que afecta *indiscriminadamente* (por igual, con la misma probabilidad) a todos los puntos posibles de una región espacial. Por tanto, un desajuste *anisotrópico*³² respecto a los principios de CSR indica que la causalidad incide *diferencialmente* en una región y genera una *variabilidad* que depende de la posición espacial: existen intencionalidades o tendencias recurrentes que provocan una distribución con características concretas (agregadas, uniformes...). Por ello, el tipo y grado de intensidad en el patrón cambia según la escala de observación, y cuya variabilidad se interpreta según la incidencia que tuvo del proceso causal.

Con estos dos puntos se postula que la localización de ítems arqueológicos es producto de “procesos depositacionales” provocados por la intencionalidad de las acciones humanas y por una componente tafonómica, por lo que una distribución espacial es la consecuencia estocástica de la causalidad. En este trabajo, la caracterización estadística de esas distribuciones busca percibir su “estructura espacial” a partir de dos hipótesis de trabajo simultáneas:

- (1) *si se detectan* diferentes tendencias en la *variabilidad espacial* de las distribuciones, **entonces se constata** la presencia de distintos “procesos depositacionales” que actuaron espacialmente con una dinámica propia.

El supuesto CSR se utiliza como “ H_0 analítica” para detectar diferencias numéricas. La lectura de resultados debe tener en cuenta que la ubicación

³¹ El diagnóstico de la acción que generó una u otra distribución debe contemplar la posibilidad de que exista cierto grado de *equifinalidad* no-lineal (la cual se asimila a un palimpsesto). Es decir, varias acciones con funcionalidades y significados sociales distintos pueden estar incluidas en un mismo “proceso depositacional”, culminando en patrones espaciales de características similares. En otras palabras: lo que en primera instancia se identifica son dinámicas y “procesos depositacionales”, reflejándose en cada uno un comportamiento espacial distinto; es a partir de la interpretación de esas dinámicas que se establece qué acción o conjunto de acciones las causaron. Para reducir la confusión hay que compilar elementos diagnósticos que permitan segregar una acción causal de otra; y además debe reflexionarse acerca de cuánta *equifinalidad* puede asumirse, evaluando hasta dónde queremos y podemos llegar en la interpretación del Registro Arqueológico.

³² La *anisotropía* es el concepto contrario a *isotropía*. En este caso, la *anisotropía* establece que la probabilidad de hallar un *evento* incrementa o disminuye significativamente en función de la dirección en que se observe una población espacialmente distribuida; es decir, que existe dependencia entre los individuos de la población y la localización espacial de éstos. La presencia de *anisotropía* invalida tanto la noción de *estacionariedad* como la CSR en su conjunto.

espacial **depende** de los procesos en los que se imbrican los agentes sociales y naturales.

- (2) *Si la existencia* de estructuras es un resultado evidente de la gestión del espacio, **entonces puede haber relación** entre los límites de éstas y los cambios en las tendencias de las distribuciones.

La H_0 en este caso es más teórica, contempla que el hecho de dividir las categorías en 3 muestras (A , B y exterior) *no separa* patrones espaciales distintos, es decir, hay independencia entre estructuras y localización. En caso contrario, si se observan tendencias diferentes, sí existiría tal relación.

Estas hipótesis se aplicarán sobre:

- (a) restos de industria lítica tallada, en función de los soportes y la funcionalidad;
- (b) relación con las construcciones y la fisionomía de la cavidad (estructuras A , B y el exterior de ambas);
- (c) comparación visual simple con la macrocategoría “restos de fauna” (óseos) para observar tendencias y relaciones incipientes con las estructuras y los ítems líticos.

Lo cual nos conduce a lo siguiente: ¿a partir de las categorías establecidas y sus distribuciones, pueden identificarse diferencias en el uso y gestión del espacio? Si se reitera el “principio de la diferencia” es porque ésta nos permite distinguir *cosas*, lo cual es fundamental en la interpretación del registro arqueológico. Los “procesos depositacionales” son el medio por el que las acciones humanas dejan una impronta espacial en los restos, manifestándose en el conjunto de localizaciones en que éstos se distribuyen como una consecuencia material de las dinámicas sociales y naturales. La «intersección» de sucesos sociales y naturales configura los fenómenos que producen y transforman el registro arqueológico; así pues, los “procesos formativos” (dinámicos y estocásticos, no deterministas ni lineales) son el marco conceptual en el que hay que integrar el análisis espacial.

(5)

Resultados analíticos:

A continuación se exponen los resultados numéricos de los análisis realizados sobre la industria lítica de la Zona IV.

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación de los recursos estadísticos expuestos en el capítulo anterior. Tal como se ha establecido en la introducción y el cap. 4, el análisis espacial se orienta al conocimiento de la “estructura” que poseen las distribuciones de restos arqueológicos, para lo cual se han utilizado un conjunto de técnicas.

La organización del análisis gira en torno a las 4 categorías ya expuestas (*vid.* 4.3.1), ordenando dentro de cada una los resultados correspondientes a toda la “Zona IV”, a las estructuras A, B y al espacio en el exterior de ambas (secciones 5.1. hasta 5.4). En la primera (5.1) se incluyen breves explicaciones entre los distintos pasos del análisis, en las siguientes se obvian y la exposición de los resultados es más directa. Finalmente se lleva a cabo una comparación multivariante mediante interpolación y se incluyen breves anotaciones sobre los restos de fauna (sección 5.5). Finalmente se incluye un apartado de valoración (sección 5.6).

5.1. Restos de talla

5.1.1. Descripción estadística básica:

En la primera aproximación descriptiva, constituida por el conjunto de índices que muestran las características básicas de la distribución y cuya interpretación se hace teniendo como referencia los modelos teóricos, se ha realizado de la siguiente manera. Tanto los *descriptores bivariantes* (tabla 3) como el esquema visual del *convex hull*, la elipse y el círculo trazados por la desviación típica (la agrupación en torno al 95% de los casos y la desviación estándar de la distancia a 1σ respecto de la media central, respectivamente) se han representado sobre la nube de puntos (figura 8). Al mismo tiempo los *histogramas* se han combinado con funciones *kernel* univariantes para mostrar simultáneamente la tendencia por *frecuencias* (mediante un *histograma* con intervalos de 20 cm.) y *continua* (a través de funciones *kernel*) de la distribución, lo que permite medir fácilmente la *intensidad de eventos* por unidad muestral y su grado de regularidad. Para facilitar la comparación se ha construido un gráfico en que se superponen ambos ejes en perspectiva (x, y).

	Total "Zona IV"		"Estructura A"		"Estructura B"		"Exterior"	
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
Media central	34,745	55,223	34,165	54,573	34,829	55,416	35,681	54,054
Med. geométrica	34,742	55,220	34,164	54,572	34,828	55,415	35,673	54,052
Med. armónica	34,740	55,218	34,164	54,572	34,827	55,414	35,666	54,050
Mediana central	34,760	55,272	34,151	54,578	34,767	55,299	35,816	54,138
Centro mínim. distancias	34,762	55,275	34,162	54,574	34,766	55,297	35,919	54,111
Desviación estándar 1 σ	0,407	0,479	0,140	0,201	0,226	0,281	0,758	0,483
Desv. est. distancia 1 σ	0,629		0,246		0,361		0,915	
Desv. est. elipse 1 σ	0,469	0,756	0,298	0,179	0,227	0,457	0,503	1,192
Área de la elipse (en m²)	1,114		0,168		0,326		1,886	
Densidad de puntos	ver histogramas y <i>kernels</i> univariantes							
<i>N</i> total de casos	853		148		669		29	

Tabla 3: descriptores básicos de las distribuciones de "restos de talla" según los valores de x, y en cada sección espacial de la "Zona IV".

(Software: CrimeStat III)

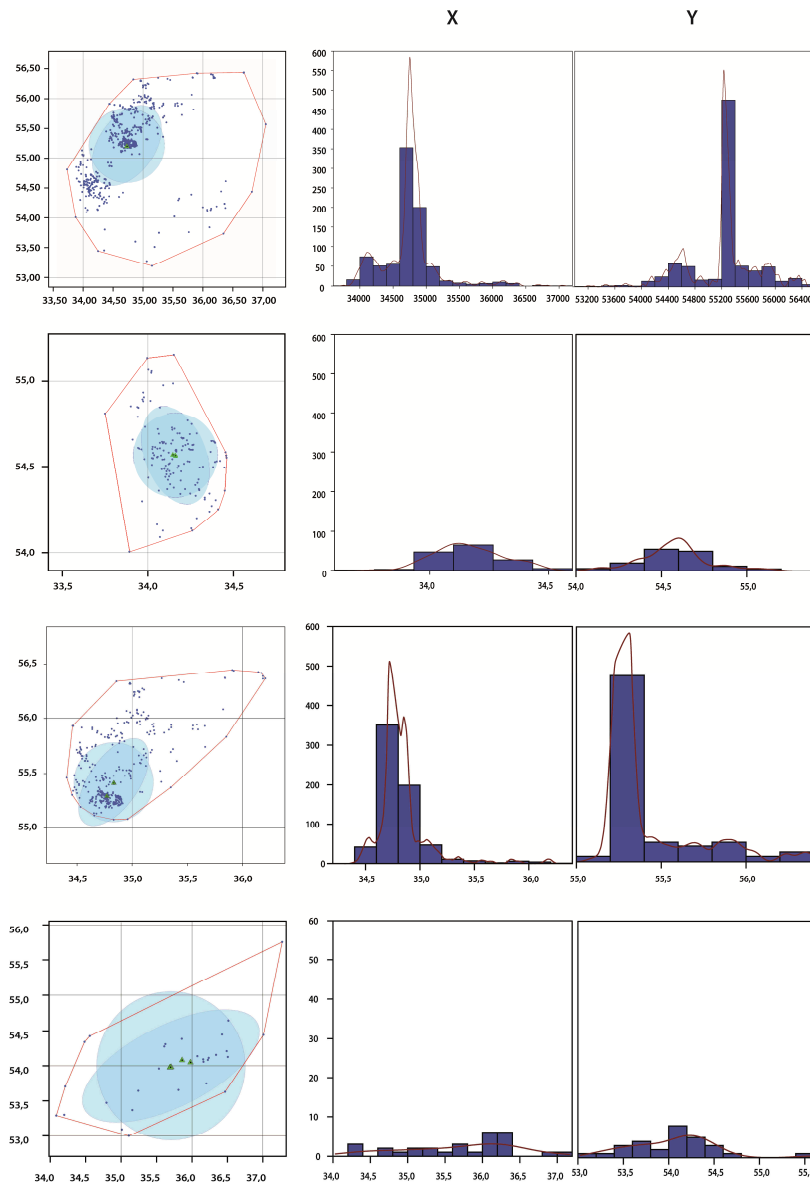


Figura 9: visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N=95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel*/univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x , y) de las áreas de la "Zona IV". En orden descendente: zona global, estructura A, estr. B y exterior.

(Software: nube y gráficos con *CrimeStat* y *ArcGIS*, histogramas con *PAST*, montaje global con *Adobe Illustrator*)

Observando los resultados numéricos (tabla 3) y su representación gráfica se concluye que existen diferencias significativas en varios ámbitos. En primer lugar, la distribución de "restos de talla" de toda la "Zona IV" (delimitada por el *convex hull*, línea poligonal roja) da señas claras de heterogeneidad interna: las distintas medias y la mediana (*medidas de centralidad*) se sitúan claramente en el NW. de toda la superficie estudiada (clara referencia al interior de las estructuras, en especial la B); de lo que se extrae que el proceso estocástico tiene su epicentro desplazado hacia ese sector (incide con mayor relevancia en el NW.). La *medida de la regularidad* la aportan tanto los

histogramas como la *estimación kernel univariante* de cada uno de los ejes (x , y), dando como resultado una clara irregularidad de la *intensidad de eventos* por unidad muestral (discontinuidades significativas en los tramos de 20 cm. próximos entre sí de los *histogramas* y grandes oscilaciones en la función *kernel*), de lo que se extrae que el proceso asociado a los “restos de talla” no ocurre del mismo modo en todos los lugares posibles. La *medida de la agrupación* la aportan la elipse formada por el 95% de los casos y el círculo que muestra la desviación típica de las distancias en x e y . Ambas están ubicadas en el NW. en clara consonancia con las *medidas de centralidad*, ocupando un espacio reducido y mucho menor que el *convex hull*, lo que indica una alta agrupación de casos en un espacio muy reducido. De este modo, **el proceso estocástico espacial que distribuye los “restos de talla” en toda la “Zona IV” se agrupa significativamente hacia el NW.** Así pues, ergo el *evento n* (que representa cada individuo de la población y se asocia a la acción o proceso depositacional que causó la distribución) no tiene las mismas probabilidades de aparecer en cualquier lugar (no es aleatorio), ni es igual para todos los emplazamientos posibles (las acciones que provocan la depositación no ocurren regular/uniformemente en el espacio).

Siguiendo los mismos criterios de lectura para las medidas de *centralidad*, *regularidad* y *agrupación*, si separamos las localizaciones de cada individuo de esta población según su asignación a uno de los tres potenciales espacios (Estructura A, B y área exterior) se obtienen los siguientes resultados:

- i) El proceso estocástico en la **Estructura A** abarcaría completamente toda la superficie de ésta (*medias* y *medianas* situadas en el centro del *convex hull*), la *intensidad* no es la misma en cualquier punto y los *eventos* tienden a concentrarse significativamente hacia el centro: **el patrón es moderadamente agrupado.**
- ii) En la **Estructura B** el centro de la distribución y la mayor parte de los casos se encuentran en el SW. y el resto se extiende con una intensidad diferente hacia el NE., ergo se establece que **el patrón es significativamente agrupado, con una intensidad muy concentrada en una localización determinada.**
- iii) En el **exterior de las estructuras** existe un proceso estocástico distinto: las *medias* y *medianas* están centradas, la *intensidad* no varía de un modo muy alto y la elipse y el círculo ocupan una parte muy amplia de los límites trazados por el *convex hull*; es decir, **el patrón tiende a la aleatoriedad.**

5.1.2. Análisis estructural de la distribución:

Debido a que las áreas analizadas no son ni morfológica ni métricamente iguales, el test *vecino más próximo* (*NNA*) ha sido realizado sobre el polígono que forman los puntos más externos de la distribución ("*convex hull*", marcado en rojo en la nube de puntos y en blanco sobre los *kernel* bivariantes). Esto reduce el área de análisis a la más pequeña posible (marcada por un límite con forma de polígono irregular cuyos vértices son los puntos más extremos de la distribución) y, por tanto, a la que potencialmente tiene una relación más directa con los *eventos*. Los resultados son los siguientes:

<i>NNA</i> total "Zona IV"	<i>"Convex Hull"</i>			
	<i>d</i> media	<i>d</i> esperada	coeficiente <i>R</i> *	<i>P</i> aleatoriedad
Sin corrector	0,0199	0,0484	0,4124	$2,1787 \cdot 10^{-236}$
Toroidal	0,0194	0,0484	0,4007	$7,9583 \cdot 10^{-246}$
Donnelly	0,0199	0,0492	0,4056	$3,0911 \cdot 10^{-225}$
<i>"estructura A"</i>				
Sin corrector	0,0255	0,0306	0,8333	0,0001
Toroidal	0,0246	0,0306	0,8047	$5,4813 \cdot 10^{-6}$
Donnelly	0,0255	0,0320	0,7974	$1,0204 \cdot 10^{-5}$
<i>"estructura B"</i>				
Sin corrector	0,0114	0,0238	0,4795	$2,7400 \cdot 10^{-146}$
Toroidal	0,0114	0,0238	0,4785	$7,4830 \cdot 10^{-147}$
Donnelly	0,0114	0,0243	0,4696	$6,1687 \cdot 10^{-140}$
<i>"exterior"</i>				
Sin corrector	0,1955	0,1670	1,1503	0,1215
Toroidal	0,1642	0,1670	0,9659	0,7252
Donnelly	0,1955	0,1911	1,0235	0,8294

* Para la interpretación de *R* ver la explicación sobre el *vecino más próximo* (sección 4.2.3.)

Tabla 4: resultados del test *NNA* para "restos de talla" en cada una de las secciones de la "Zona IV".

(Software: *PAST*)

Seguidamente se exponen los gráficos extraídos del test *K de Ripley* para cada sector; se presentan las tres modalidades de la función ($\hat{K}(r)$, $\hat{L}(r)$ y $\hat{L}(r) - r$):

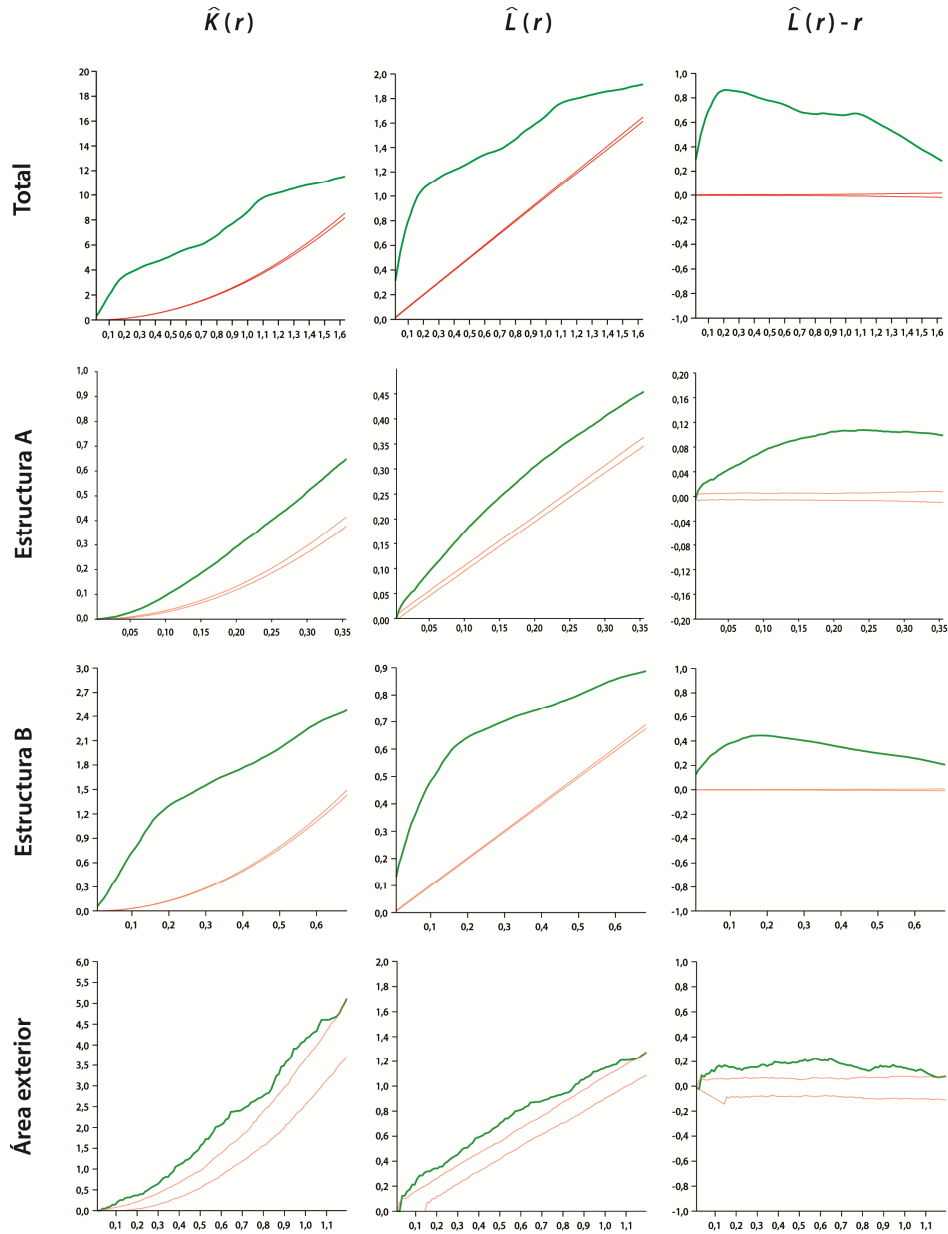


Figura 10: K de Ripley para la distribución de "restos de talla". **Estructura A:** se muestra un patrón agrupado temprano que incrementa la tendencia hasta que ésta queda estabilizada, lo que indica el parecido de la distribución respecto a un proceso binormal (agregación). **Estr. B:** patrón altamente agrupado desde el inicio que aumenta la tendencia hasta que alcanza un punto de inflexión, mostrando la concentración a esa escala y sobre una localización concreta. En cualquier caso se trata de un proceso de tal intensidad que "enmascara" otras tendencias potenciales, como la posible caída hacia la aleatoriedad en una escala mayor. **Exterior:** aunque la función K presenta un patrón agrupado, las oscilaciones de la función empírica y su relativa proximidad con la simulación de CSR indican una tendencia hacia la aleatoriedad.

(Software: PAST)

La estimación de la *densidad kernel* bivalente se ha llevado a cabo a través de la función *gaussiana* que proporciona el programa PAST. Se ha optado así (sin incluir otras funciones) para ofrecer un resultado más simplificado sobre cada distribución; en cualquier caso esto afecta únicamente a la escala de visualización y al suavizado pero no al resultado. A su vez, junto a la imagen de los *kernels*, se adjunta uno de los gráficos obtenidos con K de Ripley ($\hat{L}(r) - r$).

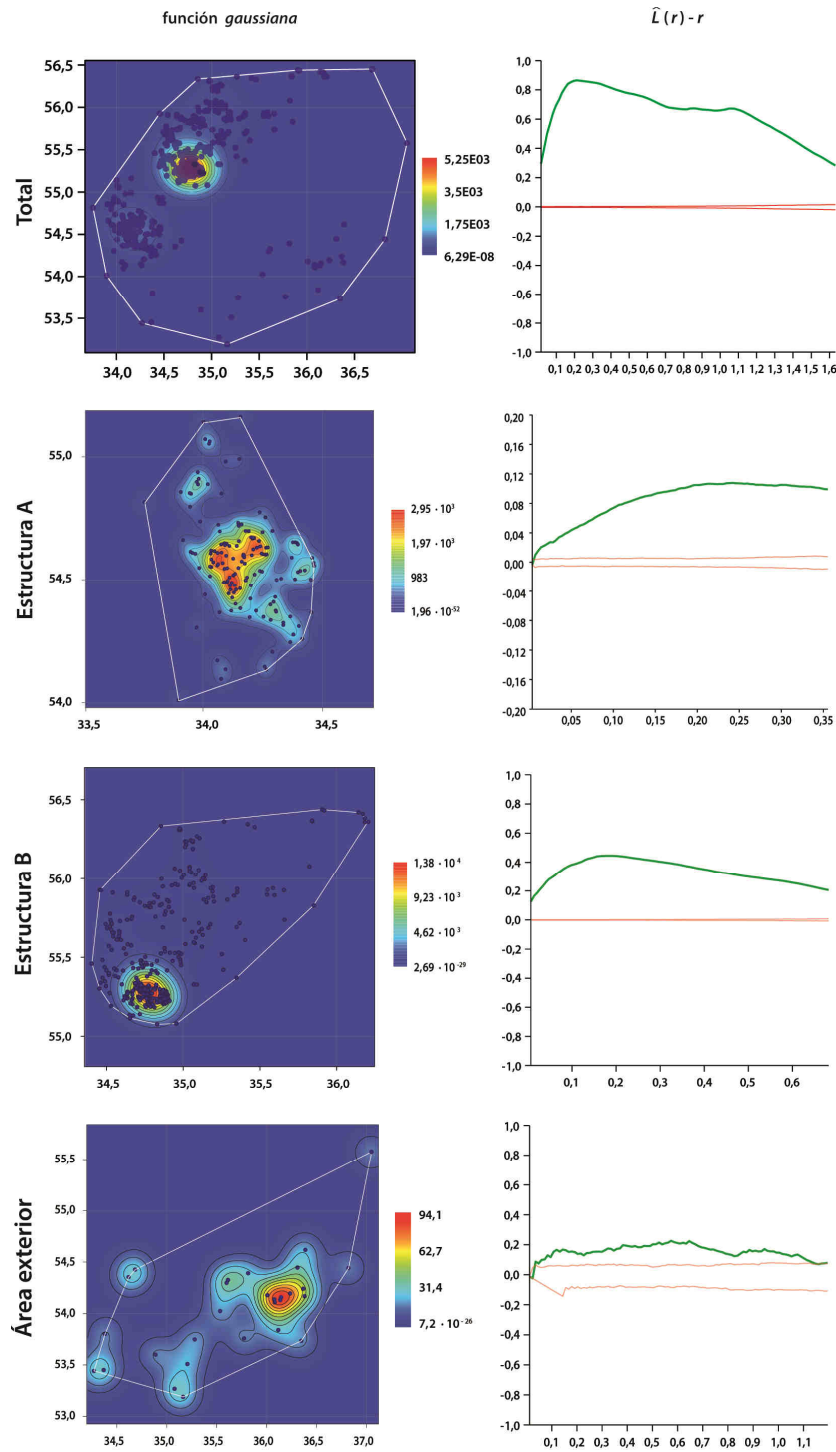


Figura 11: *densidades kernel* para la distribución de "restos de talla". Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el "convex hull" (NVA). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con K de Ripley para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades. (Software: PAST)

Con el análisis estructural, el cual responde a cómo es la relación espacial entre localizaciones de una misma población, se amplía la información obtenida en la descripción básica anterior. En conjunto, la "Zona IV" muestra un patrón altamente

agrupado: desde el inicio tanto *NNA* como *K de Ripley* muestra índices altos de agregación que, en el caso de la función *K*, repunta en dos ocasiones haciendo una clara referencia cuando se observan una y dos estructuras respectivamente, cayendo luego hacia la aleatoriedad. En el caso del *kernel* bivalente se muestra una concentración muy alta en el interior de la Estructura B, lo cual puede provocar una “ocultación” de otras potenciales tendencias debido a la alta concentración de restos por unidad de superficie en ese sector de la estructura. Por otro lado tenemos que, a escala más pequeña:

- i) la **Estructura A** muestra una tendencia moderada de agregación espacial que en primera instancia se detecta en el valor de los coeficientes de *NNA* (*vid.* tabla 4: $R = \sim 0,81$; $p < 0,05$) pero también en los demás tests. En los *kernel* bivalentes se observa cómo las densidades ocupan buena parte del polígono “*convex hull*”, aún así en el centro se identifican intensidades más altas (figura 10). Por otro lado, la función *K de Ripley* muestra una tendencia creciente a la agregación espacial, estabilizándose para toda el área a partir de cierta escala ($r \leq 0,2$), ergo la distribución se asemeja al modelo teórico de normalidad bivalente (agregado). En términos “absolutos” el índice de agregación no alcanza una intensidad considerable (eje de ordenadas en la figura 10: $< 0,12$), pero es muy superior a los límites marcados para CSR, además de que la “estabilización” de la función (tras su crecimiento) lleva a pensar en la existencia de una misma tendencia que incide en todo el área (ver más arriba los resultados en las *medidas de centralidad*). Se concluye que **existe un patrón significativamente agregado que aumenta su concentración cuanto más grande es la escala de observación y que tiene su centro en un punto concreto de la estructura.**
- ii) La **Estructura B** posee un patrón intenso de agregación espacial: los coeficientes de *NNA* difieren muy a la baja de los cánones aleatorios, siendo inferiores a los establecidos en la Estr. A: $R = \sim 0,47$; $p < 0,05$ (*vid.* tabla 4). Las dos funciones *kernel* (figura 13) ofrecen el mismo resultado, una alta concentración muy delimitada en el espacio (hecho que puede “enmascarar” otras posibles tendencias), y los resultados en *K de Ripley* indican una agregación considerable desde el inicio (en $r = 0$ el valor de la función es $\sim 0,18$); aspecto relacionado con los resultados locales de *NNA*). Esto aumenta hasta el índice 0,4 en $d = 0,2$ (el más alto de la “Zona IV” para “restos de talla”; *vid.* figura 10) y que luego decae progresivamente hacia la aleatoriedad. La conclusión es que en la Estr. B **hay un patrón altamente agregado en una ubicación muy concreta que luego va diluyéndose**, sin embargo la gran cantidad de individuos en un solo punto introduce ciertos desequilibrios que afectan al cálculo, por lo que segundas o terceras tendencias podrían quedar “ocultas” a

causa de esa elevada densidad. La propia función K lo sugiere cuando decae notablemente hacia la aleatoriedad a partir de la inflexión, abriendo la posibilidad de una segunda e *incipiente* dinámica espacial (diferente a la agregación) dentro de los límites de la Estr. B. Esto sería congruente con la descripción básica anterior: las medias y medianas están en el SW. y la mayor parte de los casos se encuentran en esa región, existiendo una diferenciación con el NE.

- iii) El espacio exterior a las estructuras posee una dinámica distinta próxima a la aleatoriedad: a nivel local esta tendencia está muy marcada ($NNA: R = \sim 1,00$ y $p > 0,05$). Eso puede relacionarse con el hecho de que las densidades bajas del *kernel* bivalente (azul claro y verdes) no tengan una preferencia al extenderse dentro de los márgenes del “*convex hull*”, así como que las densidades altas estén conformadas por escasos individuos ($n = 4$ aprox.). En K de Ripley se observa una primera “aleatoriedad local” que luego alcanza el patrón agrupado incluso a niveles más altos que la Estr. A desde una medida “absoluta” (*vid.* figra 9), pero lo hace de un modo muy inestable y oscilante, además de que en términos relativos los límites teóricos de CSR están mucho más cerca de la función empírica que en el caso de A, acercándose considerablemente a la aleatoriedad. Si bien no puede atribuírsele plena aleatoriedad a la distribución, puede detectarse buena parte de las características que definen esa tendencia, lo que la diferencia de las otras dos distribuciones (estructuras A y B).

5.2. Soportes en lasca

5.2.1. Descripción estadística básica:

	Total “Zona IV”		“Estructura A”		“Estructura B”		“Exterior”	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Media central	34,871	54,885	34,082	54,572	34,757	55,581	35,753	53,931
Med. geométrica	34,860	54,878	34,082	54,572	34,756	55,580	35,741	53,928
Med. armónica	34,849	54,871	34,081	54,571	34,754	55,579	35,729	53,926
Mediana central	34,633	54,917	34,034	54,599	34,709	55,546	35,692	53,956
Centro mínim. distancias	34,699	55,157	34,083	54,591	34,680	55,516	35,729	53,943
Desviación estándar 1σ	0,886	0,884	0,185	0,274	0,334	0,342	0,931	0,538
Desv. est. distancia 1σ	1,255		0,335		0,481		1,089	
Desv. est. elipse 1σ	1,301	1,208	0,407	0,242	0,419	0,537	0,653	1,395

Área de la elipse (en m ²)	4,938	0,309	0,707	2,864
Densidad de puntos		ver histogramas y <i>kernels</i> univariantes		
<i>N</i> total de casos	175	42	83	40

Tabla 5: descriptores básicos de las distribuciones de “soportes en lasca” según los valores de x , y en cada sección espacial de la “Zona IV”.

(Software: *CrimeStat III*)

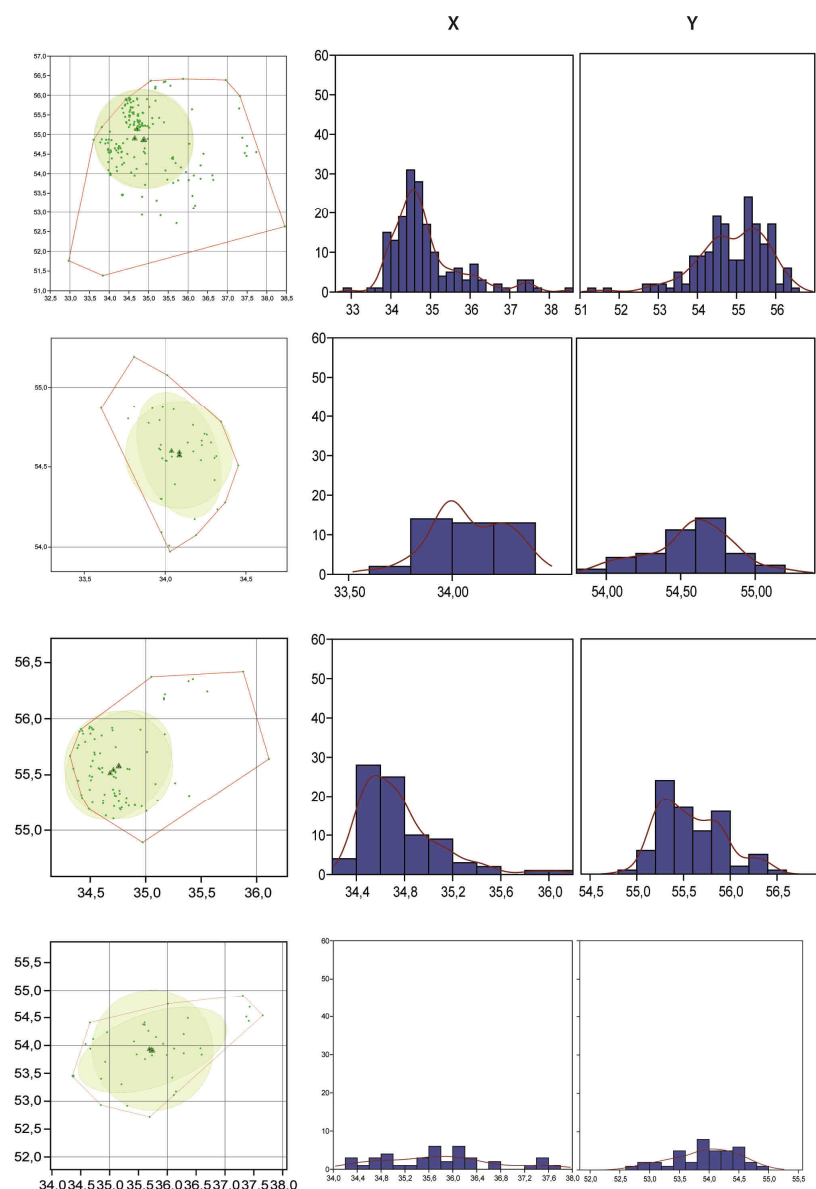


Figura 12: visualización de las **medidas de centralidad** (triángulos verdes), **agrupación** (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N = 95\%$) y **regularidad** (histogramas y las respectivas funciones de *kernel*/univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x , y) de las áreas de la “Zona IV”.

(Software: nube y gráficos con *CrimeStat* y *ArcGIS*, histogramas con *PAST*, montaje global con *Adobe Illustrator*)

Los “soportes en lasca” de la “Zona IV” reúnen las siguientes características. Las **medidas de centralidad** se ubican en el NW., hacia el límite que separa las estructuras A y B, por lo que la incidencia del proceso estocástico es más intensa en esa región. No hay

regularidad ya que la *intensidad de eventos* es significativamente diferente en lugares distintos. La *medida de la agrupación* construida a partir de la desviación típica tiene su correspondencia con las *medidas de centralidad*, sobre ambas estructuras y extendiéndose por un espacio menor al área de estudio. Asimismo es necesario mencionar que existen casos extremos (*“outliers”*) que podrían haber introducido desviaciones mayores en el cálculo; en este caso se trata de las 3 ubicaciones más meridionales, que a escala global (toda la “Zona IV”) no alteran los resultados de un modo significativo, pero que se han eliminado para el análisis de las estructuras A, B y espacio exterior debido a que a esta escala menor sí lo modifican. De este modo, la distribución de “soportes en lasca” en toda la “Zona IV” se agrupa hacia el NW., indicando con toda probabilidad que el patrón no es ni aleatorio ni uniforme a nivel global.

A escala menor se detectan las siguientes tendencias espaciales:

- i) la distribución de “soportes en lasca” tiene sus *medidas centrales* en el centro del “*convex hull*” de la Estructura A, la *regularidad* de la *intensidad de eventos* varía ligeramente en diversos puntos, la *agrupación* mostrada por la elipse y el círculo ocupa una parte significativamente grande del área de estudio: todo ello sugiere un patrón con cierto grado de aleatoriedad.
- ii) En la Estructura B las *medias* y la *mediana* de la distribución están en la región SW. junto a casi todos los casos (existe una *agrupación* no *centralizada*), mientras en el resto de la estructura (NE.) se observa una ausencia de eventos muy significativa (existe *irregularidad*); esto permite establecer un patrón agrupado hacia el SW.
- iii) Las *medias* y *medianas* del exterior de las estructuras están bastante *centradas*, la *intensidad* es ligeramente *irregular* y los márgenes de agrupación en torno a la desviación estándar ocupan una porción muy amplia del “*convex hull*”; es decir, el patrón tiende a la aleatoriedad.

5.2.2. Análisis estructural de la distribución:

La combinación de *NNA*, *kernel* bivalente y función *K* aporta los siguientes resultados:

NNA total “Zona IV”	“Convex Hull”			
	<i>d</i> media	<i>d</i> esperada	coeficiente <i>R</i>	<i>P</i> aleatoriedad
Sin corrector	0,1238	0,1655	0,7482	$2,0820 \cdot 10^{-10}$
Toroidal	0,1156	0,1655	0,6986	$2,8070 \cdot 10^{-14}$

Donnelly	0,1238	0,1721	0,7195	$2,8023 \cdot 10^{-11}$
"estructura A"				
Sin corrector	0,0680	0,0594	1,1443	0,0771
Toroidal	0,0641	0,0594	1,0794	0,3307
Donnelly	0,0680	0,0652	1,0417	0,6454
"estructura B"				
Sin corrector	0,0685	0,0733	0,9346	0,2543
Toroidal	0,0547	0,0733	0,7459	$9,5226 \cdot 10^{-6}$
Donnelly	0,0685	0,0777	0,8811	0,0557
"exterior"				
Sin corrector	0,2685	0,2579	1,0412	0,6012
Toroidal	0,2396	0,2579	0,9293	0,3695
Donnelly	0,2685	0,2815	0,9538	0,5960

Tabla 6: resultados del test *MVA* para "soportes en lasca" en cada una de las secciones de la "Zona IV".

(Software: *PAST*)

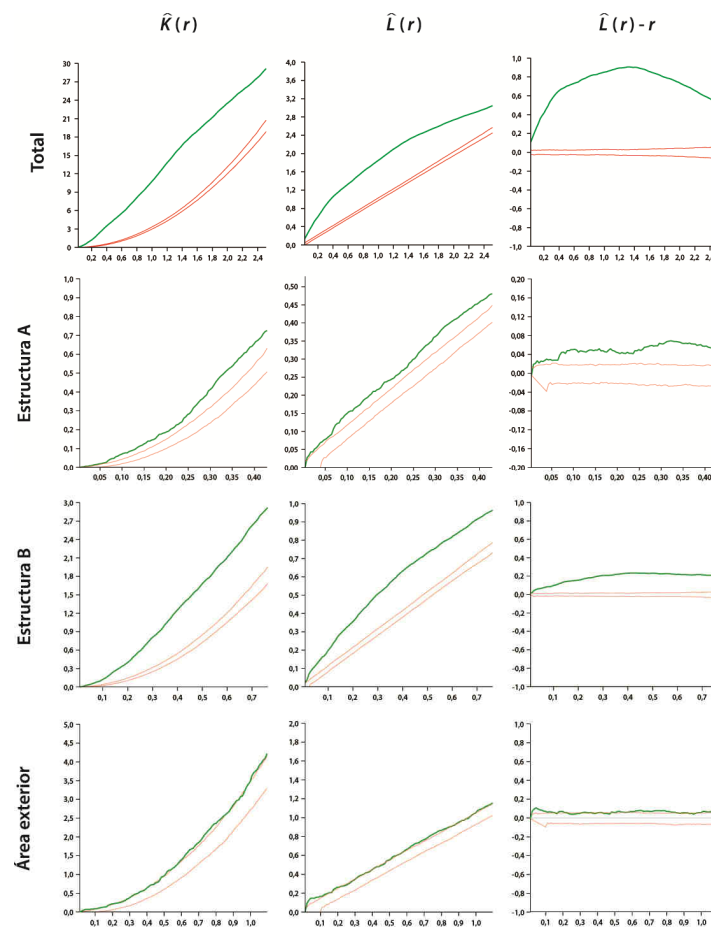


Figura 13: *K de Ripley* para la distribución de "soportes en lasca". **Estructura A:** se observa una fluctuación considerable dentro de unos márgenes de agrupación muy bajos; el patrón muestra una ligera agregación pero está próximo a la aleatoriedad. **Estr. B:** tendencia altamente agrupada desde el inicio que aumenta la tendencia hasta que alcanza un ligero punto de inflexión, momento coincidiendo con el modelo binormal (agrupación). **Exterior:** a pesar de que en distancias cortas pueda ser un tanto agrupado, el comportamiento a lo largo de la secuencia es aleatorio.

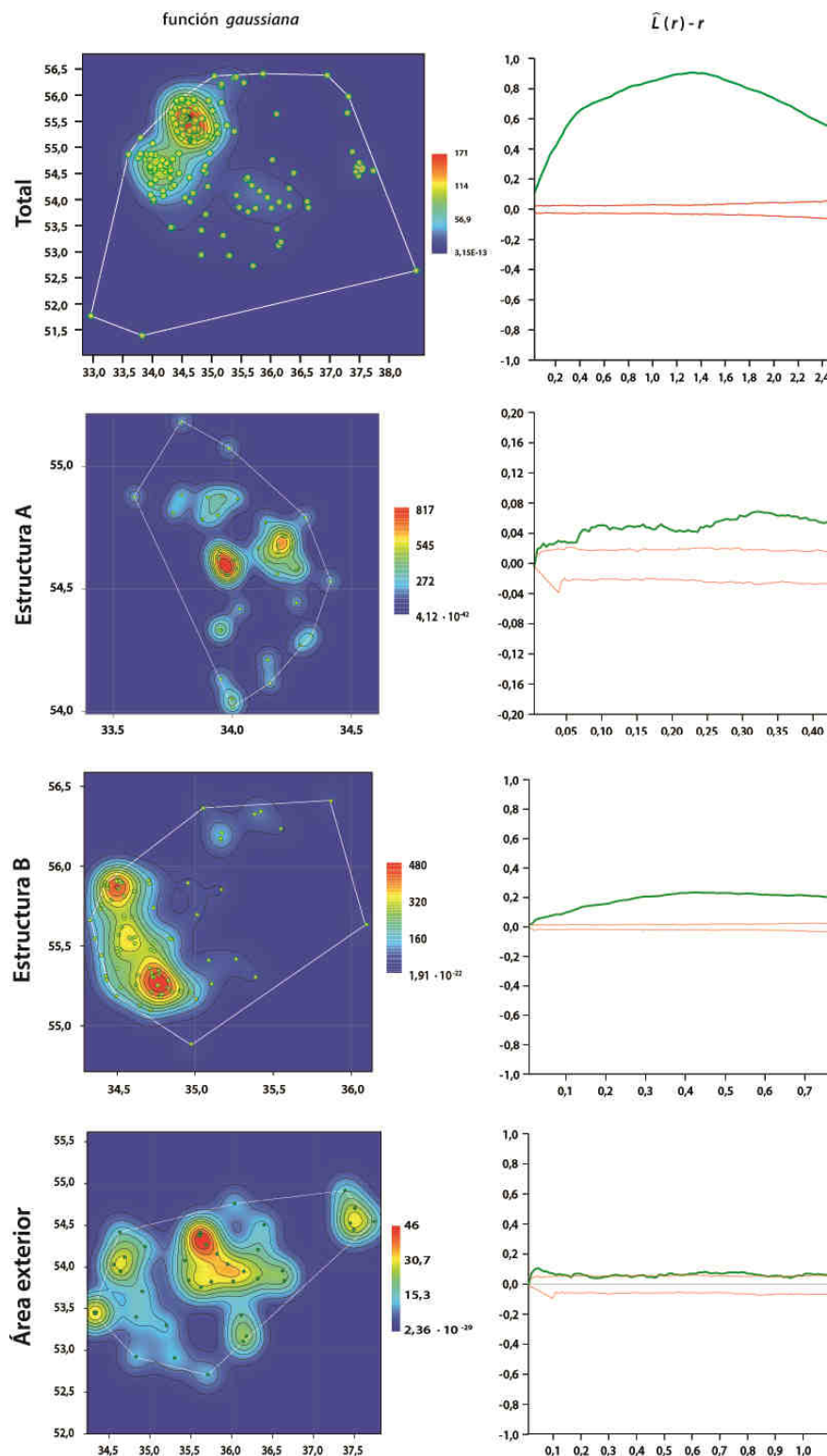


Figura 14: *densidades kernel* para la distribución de "soportes en lasca". Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el "convex hull" (NV4). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con K de Ripley para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades.

(Software: PAST)

Estructuralmente, la distribuciones de lascas en la “Zona IV” siguen el patrón agrupado ya mencionado en la descripción: la concentración es creciente desde la escala local ($R = \sim 0,71$ y $p > 0,05$) e incrementa a medida que en la distancia de análisis se incluyen las dos estructuras (donde el *kernel* detecta dos puntos con densidades significativas) y decae cambiando de tendencia cuando, al tener en cuenta todo el “*convex hull*”, se contraponen el interior de las estructuras al área exterior. En el análisis de las estructuras los resultados son los siguientes:

- i) la **Estructura A** tiene unos índices de *NNA* plenamente aleatorios en términos locales ($R = \sim 1,08$ y $p > 0,05$); aspecto que parece tener su reflejo en el *kernel*, donde se observa cómo la *intensidad de eventos* está bastante repartida en el “*convex hull*” (polígono blanco), las densidades con grados bajos (azules claros y verdes) ocupan buena parte de la superficie y las más altas (naranjadas y rojas) están compuestas por pocos casos. *K de Ripley* nos indica un inicio aleatorio que, en dos inflexiones ($r = \sim 0,7$ y $\sim 0,23$) tiende a aumentar la agregación antes de decaer muy levemente hacia la aleatoriedad. Esto puede relacionarse con las dos concentraciones más altas que pueden verse en el *kernel* y que, pese a los pocos casos, son significativas en términos relativos; aún así el grado “absoluto” alcanzado en la función *K* es bajo ($\leq 0,08$). Se establece que **el patrón es potencialmente aleatorio aún presentando leves signos de agregación (demasiado bajos)**.
- ii) La **Estructura B** por su parte muestra unos resultados contradictorios en el test *NNA*, donde el coeficiente *R* es < 1 para los tres correctores de “efecto borde” pero varía la *p* de aleatoriedad. Esto conduce a una distribución aleatoria con tendencia a la agregación en una escala muy local. En la función *K de Ripley* se comprueba como existe una tendencia aleatoria inicial que luego se dirige a la concentración y se “estabiliza” hacia la mitad de la función (figura 12: niveles absolutos de $\sim 0,22$ en $r = 0,4$). Eso nos indica un patrón que aumenta su nivel de agregación a medida que aumenta el espacio incluido en el cálculo, por lo que toda el área interna de la Estr. B está sujeta a la misma dinámica espacial (acumulación global hacia el SW. pero con cierto grado de aleatoriedad en la composición interna de la concentración). En los *kernels* bivariantes se representan esos posibles “epicentros” mediante un acusado incremento de la densidad de los eventos (isolíneas muy juntas) y cómo se disipa hacia el NNE. (ausencia de puntos, color azul oscuro); igualmente los *kernels* dibujan tres niveles de intensidad en el límite SW. de la estructura. En definitiva, **se trata de un patrón agregado en que los eventos recurren al SW. de la estructura pero que**

a una escala muy local no mostrarían demasiada preferencia hacia una localización concreta.

- iii) En el exterior de las estructuras observamos índices de aleatoriedad muy fuertes a corta distancia ($NNA: R = \sim 0,99$ y $p > 0,05$), prolongándose a lo largo del área (*vid. K de Ripley*, figura 12). Reflejándose en un *kernel* muy repartido por toda la superficie del “*convex hull*” y en el que las mayores densidades están compuestas por escasos individuos. Así pues, el patrón espacial es claramente aleatorio.

5.3. Soportes en lámina

5.3.1. Descripción estadística básica:

	Total “Zona IV”		“Estructura A”		“Estructura B”		“Exterior”	
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
Media central	35,113	55,160	34,181	54,511	34,917	55,663	35,952	54,366
Med. geométrica	35,100	55,153	34,181	54,511	34,914	55,662	35,940	54,361
Med. armónica	35,088	55,146	34,181	54,510	34,911	55,660	35,929	54,356
Mediana central	34,778	55,273	34,207	54,494	34,771	55,545	35,866	54,291
Centro mínim. distancias	34,811	55,256	34,206	54,522	34756	55519	35,811	54,198
Desviación estándar 1 σ	0,947	0,865	0,185	0,209	0,488	0,445	0,926	0,744
Desv. est. distancia 1 σ	1,288		0,286		0,665		1,213	
Desv. est. elipse 1 σ	1,170	1,396	0,350	0,203	0,403	0,850	0,572	1,617
Área de la elipse (en m²)	5,132		0,223		1,076		2,903	
Densidad de puntos / m²	ver histogramas y <i>kernels</i> univariantes							
<i>N</i> total de casos	119		21		65		26	

Tabla 7: descriptores básicos de las distribuciones de “soportes en lasca” según los valores de *x*, *y* en cada sección espacial de la “Zona IV”.
(Software: *CrimeStat III*)

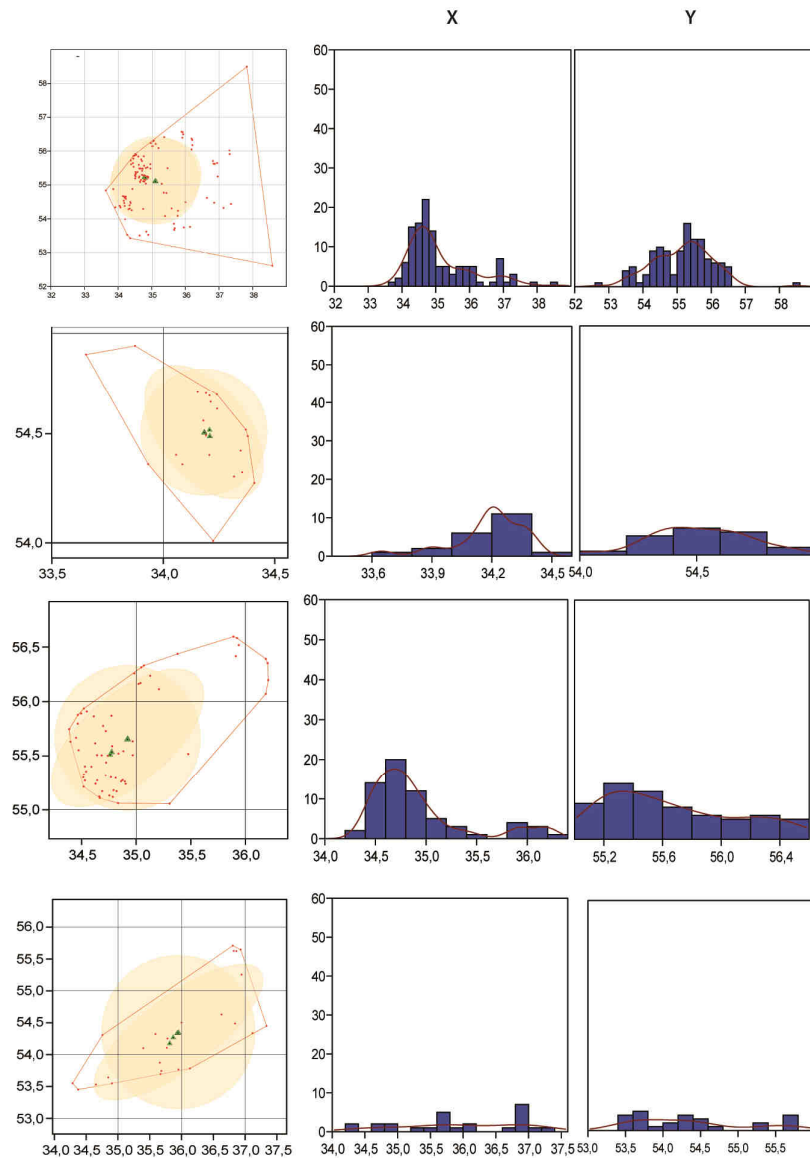


Figura 15: visualización de las *medidas de centralidad* (triángulos verdes), *agrupación* (representación de la desviación típica a través de círculo de 1σ y elipse de $N=95\%$) y *regularidad* (histogramas y las respectivas funciones de *kernel* univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (x , y) de las áreas de la “Zona IV”.

(Software: nube y gráficos con *CrimeStat* y *ArcGIS*, histogramas con *PAST*, montaje global con *Adobe Illustrator*)

En los “soportes laminares” la tendencia global de la “Zona IV” es similar a la contemplada en las lascas. Las *medidas de centralidad* se ubican en el NW. aunque están más cercanas a la Estructura B, del mismo modo no hay *regularidad* en la *intensidad de los eventos* y las *medidas de agrupación* abarcan solo una superficie parcial de la distribución total, permitiendo establecer que existe una acumulación de casos en el NW. mientras en el resto de la “Zona IV” hay una cantidad menor de individuos. Se trata pues de un patrón que muestra cierta agregación hacia el NW. Asimismo existen dos casos extremos (“*outliers*”) ubicados en el extremo E. del eje x ; aunque esto podría

introducir cierta distorsión no parece que fuera suficiente para alterar significativamente estos resultados. Más concretamente, las características de cada una de las distribuciones en las estructuras son las siguientes:

- i) la *centralidad* de la distribución en la **Estructura A** se encuentra hacia el E.-NE. del “*convex hull*” pero la *intensidad de los eventos* adopta cierta *irregularidad*. Del mismo modo, la *agrupación* abarca buena parte del área de estudio dejando pocos casos fuera de la desviación típica (elipse y círculo). **Se concluye que la posible agregación del proceso estocástico es baja y que más bien tiende a la aleatoriedad y la uniformidad.**
- ii) Lo que puede observarse en la **Estructura B** es muy similar a lo visto para las lascas en el mismo caso. El *centro* está hacia el SW. y tanto las *medidas de agregación* como la *irregularidad* inciden sobre esa misma región de la Estr. B. El patrón es tendente a la agregación en el SW. mientras existe cierta ausencia de restos laminares hacia el NE. de la estructura.
- iii) La dinámica que se observa en el *área exterior* es también similar a las distribuciones exteriores de “restos de talla” y lascas: el proceso espacial se estructura a partir de un centro que coincide con el del área de estudio, existe cierta irregularidad en la intensidad y prácticamente todo el “*convex hull*” queda dentro de la desviación típica. Así pues, el patrón espacial tiende a la aleatoriedad.

5.3.2. Análisis estructural de la distribución:

NNA total "Zona IV"	"Convex Hull"			
	d' media	d' esperada	coeficiente R	P aleatoriedad
Sin corrector	0,1315	0,1885	0,6977	$2,8048 \cdot 10^{-10}$
Toroidal	0,1046	0,1885	0,5550	$1,6077 \cdot 10^{-20}$
Donnelly	0,1315	0,1985	0,6625	$6,0737 \cdot 10^{-11}$
"estructura A"				
Sin corrector	0,0806	0,0624	1,2931	0,0102
Toroidal	0,0736	0,0624	1,1797	0,1152
Donnelly	0,0806	0,0718	1,1227	0,3426
"estructura B"				
Sin corrector	0,0725	0,0822	0,8821	0,0691
Toroidal	0,0661	0,0822	0,8047	0,0026
Donnelly	0,0725	0,0880	0,8237	0,0127

				"exterior"
Sin corrector	0,3397	0,3349	1,0143	0,8850
Toroidal	0,2101	0,3349	0,6273	0,0002
Donnelly	0,3397	0,3778	0,8991	0,3641

Tabla 6: resultados del test *MVA* para "soportes en lámina" en cada una de las secciones de la "Zona IV".

(Software: PAST)

Funciones *K* de Ripley y densidades kernel bivariantes:

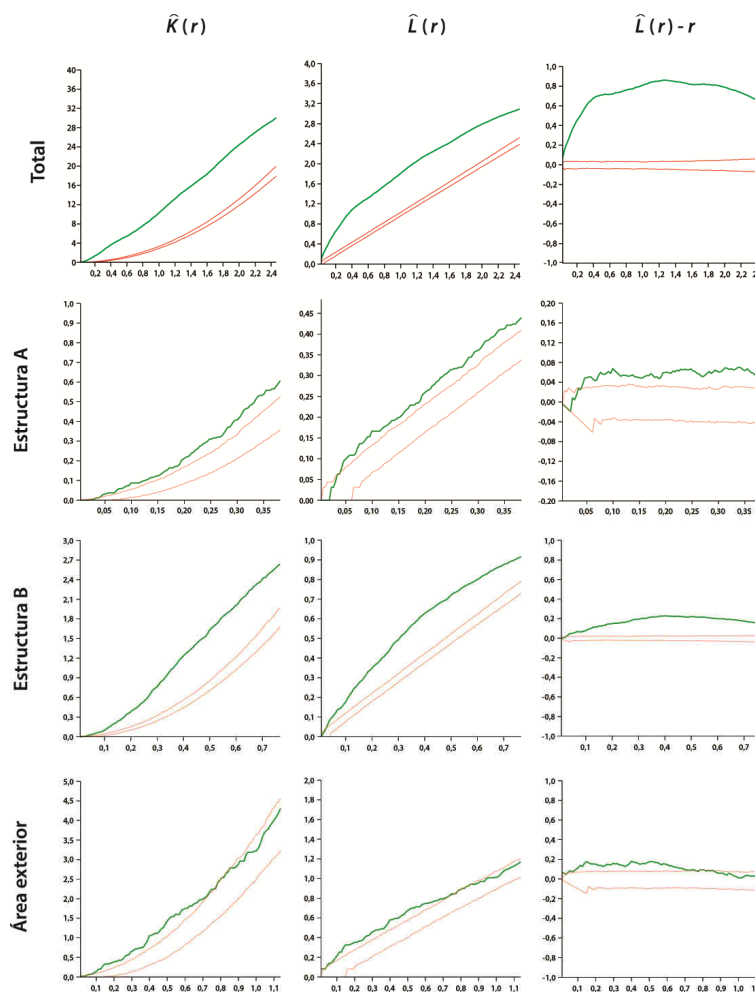


Figura 16: *K* de Ripley para la distribución de "soportes en lámina". **Estructura A:** comienza *aleatoriamente* y oscila demasiado para ser considerada como *agrupación*; a pesar de que sobrepase CSR no lo hace con una diferencia muy alta. **Estr. B:** inicialmente presenta cierta *aleatoriedad* pero luego se *agrupa* de forma creciente hasta que alcanza un punto de inflexión tras el que se estabiliza. **Exterior:** patrón fluctuante entre la *aleatoriedad* y la *agrupación* a diferentes distancias; la poca cantidad de casos ($N < 30$) en una superficie amplia puede generar esas oscilaciones, por lo que es una distribución potencialmente *aleatoria* a casi todos sus niveles.

(Software: PAST)

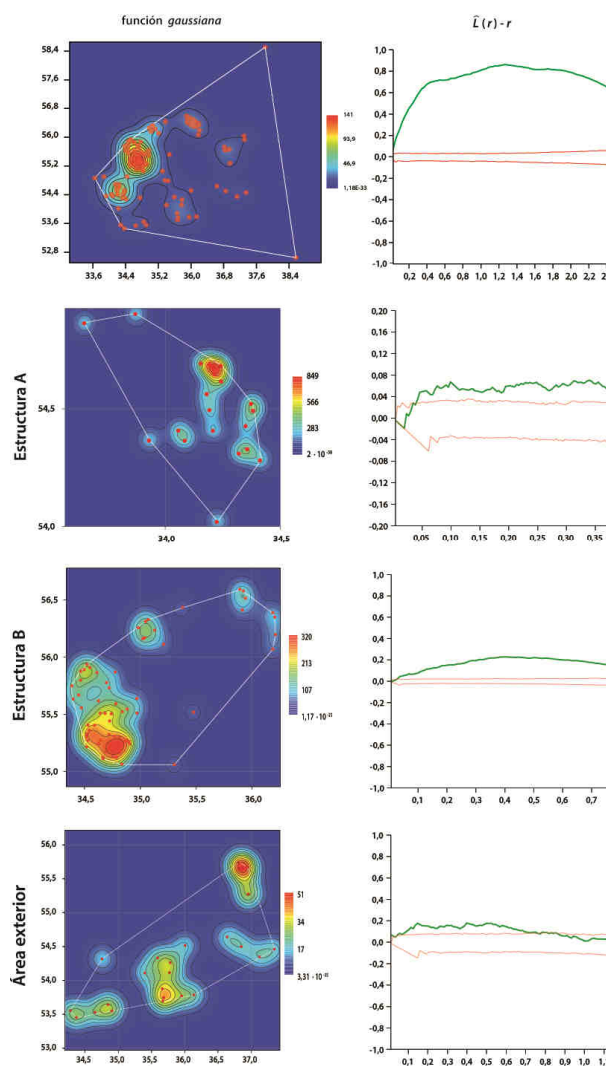


Figura 17: *densidades kernel* para la distribución de “soportes laminares”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (*NW4*). A la derecha se incluye una de las funciones obtenidas con *K* de Ripley para facilitar y profundizar la interpretación de las densidades.

(Software: *PAST*)

Teniendo en cuenta el global de la “Zona IV”, la tendencia de los “soportes en lámina” es muy parecida a la de las “lascas”: patrón agrupado cuando se tiene en cuenta una distancia que incluye a las dos estructuras (donde las densidades *kernel* son más altas) y cambia (la función cae) cuando se incluye el exterior. Si observamos las estructuras:

- i) La **Estructura A** presenta una tendencia local potencialmente aleatoria ($R > 1,12$ y $p > 0,05$). En el caso del *kernel* bivalente los puntos están repartidos respetando cierta distancia a pequeña escala y la concentración apenas es significativa. La función *K* describe esa tendencia aleatoria-dispersa en escalas próximas a 0, trayectoria que alcanza el patrón agregado de un modo muy inestable con índices bajos ($< 0,08$), cosa que puede atribuirse a determinados casos que, en el contexto de la propia Estructura A, se terminan convierten en

“outliers” (según el “convex hull” son 2 al N. y 1 en el S.). La conclusión es que se trata de una **dinámica agrupada muy leve cuando se relaciona con toda la estructura pero que, a escala intermedia y sin casos extremos, posee un patrón nítidamente aleatorio.**

- ii) En la **Estructura B** existe una tendencia parecida a los “soportes en lasca”, **un patrón agregado en el SW. que se diluye rápida y significativamente hacia el NE.** Según *NNA* hay una agregación local moderada, $R = \sim 0,84$ y $p < 0,05$ (el coeficiente R no-correctado es parecido al resto y la p , aún cumpliendo la aleatoriedad, es muy baja). cuyos epicentros pueden marcarse en el SSW de la estructura y diluirse hacia el NNE., y de hecho las “láminas” tienen una presencia casi nula en la mayor parte de Estr. B (*vid.* fig X). *K de Ripley* indica cierta aleatoriedad en escalas muy pequeñas (lo que se corresponde con el resultado de *NNA*) y un patrón agregado que crece hasta $r = 0,4$, escala a partir de la cual se estabiliza. Por tanto, si tenemos en cuenta toda la estructura existe una concentración significativa en el SW. Ese centro queda marcado en el *kernel* mediante una densidad alta respecto a todo el “convex hull”.
- iii) En el **área exterior** se vuelven a observar las características de las otras categorías: **patrón aleatorio general que a escala intermedia forma pequeñas acumulaciones, sin que exista preferencia por emplazarse en ningún lugar en concreto.** *NNA* revela resultados contradictorios en la escala local: el corrector toroidal indica agregación significativa ($R = 0,62$ y $p < 0,05$) mientras las otras dos opciones se aproximan de forma significativa a la aleatoriedad ($R = \sim 0,95$ y $p > 0,05$). El *kernel* constata densidades moderadas por toda el área de estudio y unas concentraciones formadas por pocos casos; mientras *K de Ripley* posee oscilaciones entre la aleatoriedad y una agrupación proporcionalmente baja (en relación a la simulación CSR).

5.4. Soportes retocados

Los “soportes retocados” son una población muy escasa para toda la “Zona IV” ($n = 21$), repartida en 11 casos en el exterior de las estructuras, 4 individuos en la Estructura A y 6 en la Estr. B. Debido a la poca cantidad de datos al respecto el análisis no puede llevarse a cabo en los mismos términos que en los casos anteriores. Por tal motivo solo se hará una aproximación de toda la “Zona IV”, es decir, no se incluirá ninguna división espacial

(estructuras A, B y área exterior) y los resultados tendrán un carácter orientativo en el que se asume la posible existencia de distorsión en el cálculo debido al tamaño de la muestra.

5.4.1. Descripción estadística básica:

	Total "Zona IV"		"Estructura A"		"Estructura B"		"Exterior"	
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
Media central	35,346	54,479						
Med. geométrica	35,330	54,471						
Med. armónica	35,315	54,463						
Mediana central	35,096	54,541						
Centro mínim. distancias	35,133	54,517						
Desviación estándar 1 σ	1,085	0,945	La cantidad de casos es demasiado baja (<i>N</i> = insuficiente)					
Desv. est. distancia 1 σ	1,477							
Desv. est. elipse 1 σ	1,648	1,283						
Área de la elipse (en m²)	6,641							
Densidad de puntos / m²	ver histogramas y <i>kernels</i> univariantes							
<i>N</i> total de casos	21		4		6		11	

Tabla 9: descriptores básicos de las distribuciones de "soportes retocados" según los valores de *x*, *y* en cada sección espacial de la "Zona IV".
(Software: CrimeStat III)

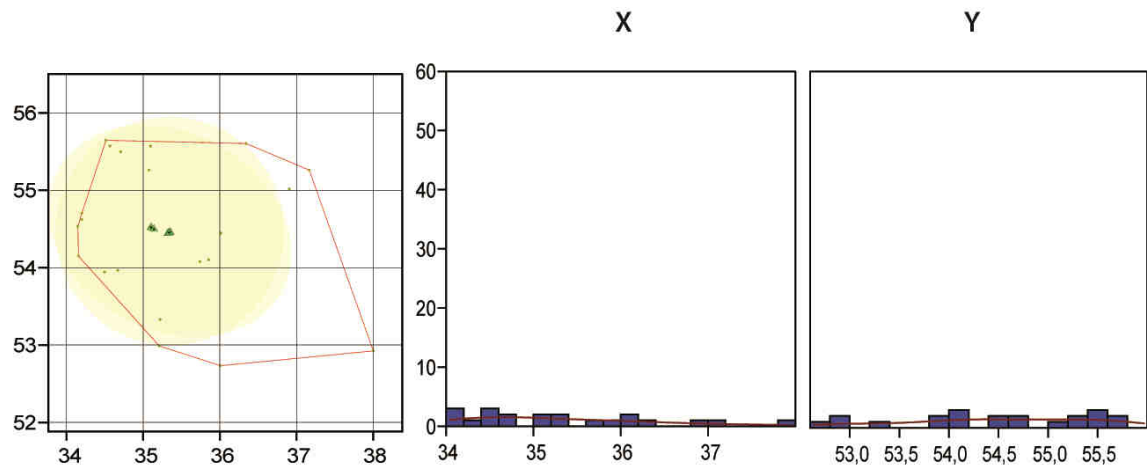


Figura 17: visualización de las **medidas de centralidad** (triángulos verdes), **agrupación** (representación de la desviación típica a través de círculo de 1 σ y elipse de *N*= 95%) y **regularidad** (histogramas y las respectivas funciones de *kernel*/univariante, representadas por curvas de color rojo) para cada uno de los ejes (*x*, *y*) de las áreas de la "Zona IV".

(Software: nube y gráficos con CrimeStat y ArcGIS, histogramas con PAST, montaje global con Adobe Illustrator)

Inicialmente la distribución de “retocados” en la “Zona IV” tiene una *centralidad* un tanto desplazada hacia el NW., al igual que las *medidas de agrupación* marcadas por la desviación típica pero que ocupan buena parte del “*convex hull*”; aún así se detecta cierto grado de *regularidad*. Existe un caso extremo (en el SE.) que agranda el área de estudio introduciendo una potencial distorsión: si éste se eliminara veríamos reducido el “convex hull”, la elipse y el círculo ocuparían la práctica totalidad del área delimitada por el polígono, la tendencia *regular* se mantendría y la *centralidad* aparecería menos desplazada. Es decir, el “*outlier*” del SE. altera los cálculos pero la distorsión es fácilmente identificable, además de que, significativamente, la distribución muestra tendencias similares tanto en un caso como en el otro. **Se concluye que el patrón es potencialmente aleatorio**; es decir, los efectos de la acción causal no parece que recurran a ningún lugar en particular y que esta acción constituye un fenómeno que incidiría de la misma manera en todos los lugares posibles de la “Zona IV”.

5.4.2. Análisis estructural de la distribución:

NNA total “Zona IV”	“Convex Hull”			
	<i>d</i> media	<i>d</i> esperada	coeficiente <i>R</i>	<i>P</i> aleatoriedad
Sin corrector	0,3639	0,3158	1,1523	0,1818
Toroidal	0,2416	0,3158	0,7652	0,0395
Donnelly	0,3639	0,3548	1,0256	0,8410

Tabla 10: resultados del test NNA para “soportes retocados” en cada una de las secciones de la “Zona IV”.

(Software: PAST)

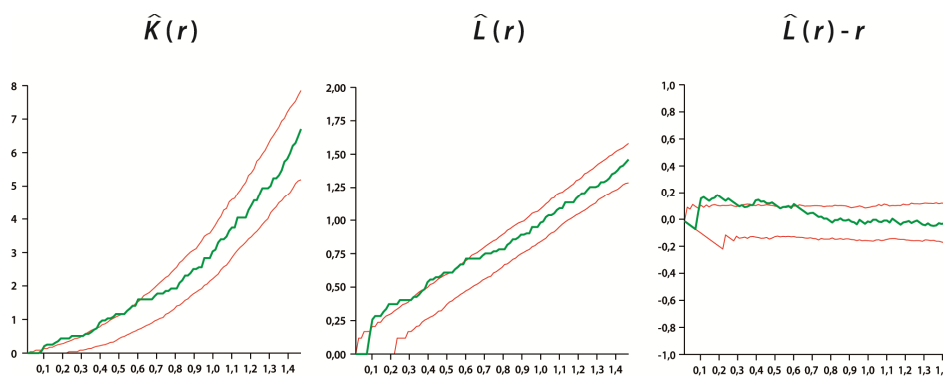


Figura 18: *K* de Ripley para la distribución de “soportes retocados”. Se muestra un patrón agrupado temprano que incrementa la tendencia hasta que ésta queda estabilizada, luego muestra indicios de decaer hacia la *aleatoriedad*.

(Software: PAST)

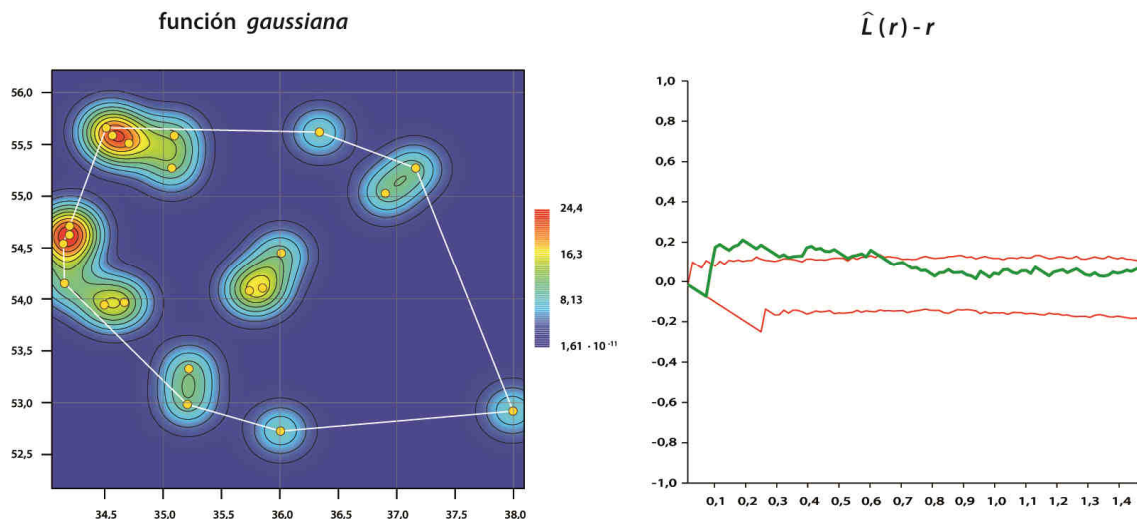


Figura 19: *densidades kernel* para la distribución de “soportes en lámina” en el exterior de las estructuras. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull” (NVA). A la izquierda, función gaussiana; a la derecha, función paraboloide/cuadrática.

(Software: PAST)

Los resultados del *vecino más próximo* indican una fuerte tendencia a la aleatoriedad a escala local, salvo en el caso del corrector toroidal que muestra una agregación significativa. *K de Ripley* muestra varias oscilaciones plenamente aleatorias o muy cercanas a los límites de CSR a una escala intermedia, es decir, local y globalmente hay aleatoriedad pero existen pequeños conjuntos agrupados. Esto queda evidenciado en las densidades *kernel* bivariantes, en las que se observan acumulaciones de unos pocos individuos distribuidas sin una recurrencia concreta. De este modo se establece que el patrón de los “soportes retocados” es potencialmente aleatorio, en el que existen algunos individuos más próximos entre sí (leves acumulaciones).

5.5. Comparación multivariante:

Los objetivos de llevar a cabo una comparación multivariante son los de observar y describir el tipo de *co*-variación que se produce entre dos o más elementos o variables. En lo que aquí respecta se trata solamente de una aproximación primaria, básicamente visual, que permite trazar relaciones y posibles hipótesis entre categorías y posibles compartimentaciones del espacio.

5.5.1. Variabilidad en la distribución de la industria lítica entre “espacios antrópicos”:

En el caso de la industria lítica, las 4 categorías establecidas (*vid.* 4.3.1) se han reorganizado en 2 grupos: aquellos individuos considerados “restos de talla” (relación directa con la gestión de la producción de utillaje lítico) y todos aquellos otros no considerados como tales, que en este caso son “productos de talla” (de un modo u otro, objetos elaborados y potencialmente funcionales). Tal reorganización sigue la lógica binaria de presencia/ausencia (1 *versus* 0) que ya se han utilizado en las categorías líticas iniciales; de este modo, 1 = “resto de talla” y 0 = “no resto de talla” (es decir, cualquier otro elemento: lasca, lámina o retocado).

A través de esta división, los valores 1 y 0 se interpolan mediante *distancia inversa* y se obtiene el siguiente resultado:

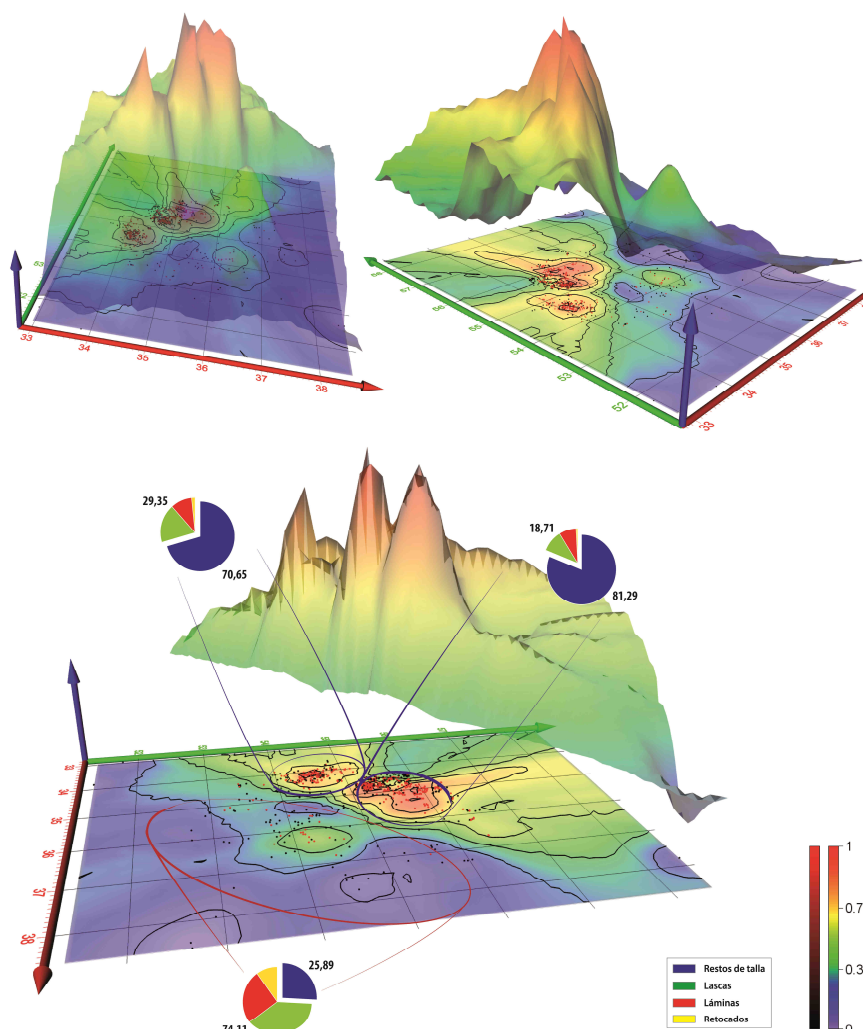


Figura 20: resultados de la *interpolación por distancia inversa* de los valores 1 vs. 0 y un parámetro de suavizado $\delta = 0,1$. **Arriba:** dos perspectivas de la interpolación tras aplicar un “campo de alturas” y un “mapa de isolíneas” junto a un amplio espectro de colores en la visualización de resultados (alturas e isolíneas indican lo mismo, compensando las carencias prácticas de visibilidad del propio *software*). **Abajo:** el corte en el “campo de alturas” deja ver la **total coincidencia con los límites de las estructuras**. Los gráficos sectoriales se acompañan de una leyenda e indican las proporciones existentes entre las dos categorías (“1” y “0”); ambos grupos están separados en los gráficos.

(*Software:* interpolación y visualización con *Voxler 3*, montaje y gráficos con *Adobe Illustrator CS6*)

La *interpolación* genera una densidad relativa en función de las dos categorías, atribuyendo uno de los dos valores a cada coordenado y ponderando ambos según la distancia que los separa. Es decir, se representa la “hegemonía” de un valor en una región espacial según un *balance* que indica cuánto se “impone” a su opuesto, lo cual se refleja en la simulación hecha por VOXLER a través de un campo de alturas coloreado (leyenda: 1 = rojo/más altura > 0 = azul oscuro/menos altura). A la *interpolación* se han añadido porcentajes por áreas en forma de gráficos sectoriales, permitiendo tener una referencia absoluta y relativa al mismo tiempo sobre la representatividad de cada una de las categorías que forman esos 2 grupos en base al número de casos. Esos gráficos están divididos, pues, en 4 sectores y separados en función de su pertenencia a “1” o “0”.

La lectura que se extrae de la *interpolación* es de tipo interpretativa y contextual. Con un primer vistazo puede observarse un cambio muy pronunciado en la escala de alturas y colores (figura 20, arriba), coincidiendo con los límites de las estructuras A y B. Este abrupto descenso se produce debido a la caída del valor adoptado por el coeficiente \hat{C}_j , lo que significa que las oscilaciones percibidas responden a la mencionada escala de ponderación/balance: dentro de las estructuras el balance supera el 0,7 mientras que fuera de ellas es menor de 0,5. Esto indica que en esos espacios internos existe una hegemonía de los “restos de talla” mientras que su presencia fuera de A y B es, proporcionalmente, mucho menor a la de otros restos líticos. Así lo muestran los porcentajes de las 4 categorías iniciales (figura 20, abajo). Entre ambas estructuras existen diferencias (diferentes porcentajes y separación en la *interpolación*) pero muestran tendencias muy similares (dominio de los “restos de talla”: >70%); mientras, en el exterior la cantidad absoluta de “restos de talla” es mucho más baja y, a excepción de un área muy limitada frente a la Estr. B, también lo es en términos relativos.

En definitiva, es muy significativo que al realizar la interpolación no se haya incluido más que los datos de toda la “Zona IV” sin distinción, lo que refuerza la hipótesis de relación núm. 2 entre la distribución espacial de las categorías y la segmentación artificial del espacio. Es decir, aunque *analíticamente* las diferencias en el tamaño de las poblaciones ejerza una influencia potencial sobre los resultados obtenidos, puesto que hay una cantidad significativamente menor de casos *fuera* que *dentro* de las estructuras, la propia muestra escogida (población total) *tiene esas características*. Sea como fuere, las distribuciones se vinculan a “procesos depositacionales” con dinámicas y trayectorias tafonómicas propias, por lo que se asume que esas distribuciones sí son representativas de esos fenómenos, los cuales inciden de manera diferente en cada una

de las tres divisiones espaciales. Así pues, se concluye que **existe una tendencia muy clara a la depositación de “restos de talla” hacia localizaciones situadas en el interior de las estructuras** conforme a los patrones expuestos anteriormente (*vid.* 5.1). Del mismo modo, fuera de ellas su presencia se reduce y cobra más relevancia la presencia de lascas, láminas y retocados (incluido algún núcleo).

5.5.2. Consideraciones sobre el análisis funcional:

Lo primero que debe tenerse en cuenta sobre los resultados del análisis traceológico de la industria lítica es que éstos están vinculados a un muestreo previo, por lo que **no constituyen la población total**. Sin embargo, la filosofía del muestreo es la de resumir el conjunto total a partir de una cantidad menor de casos, pero lo suficientemente representativa de la variabilidad material existente en una población. Esto permite hacer más ágil y eficiente un determinado análisis puesto que, en ocasiones, no es necesario analizarlo todo para obtener unos resultados lo suficientemente significativos, asumiendo que el porcentaje seleccionado respecto a la población total reúne condiciones suficientes para *representar* a toda la población objeto de estudio. La teoría de procesos estocásticos en el espacio, tal como se ha mencionado anteriormente (*vid.* 4.2.1), establece que cualquier población espacialmente distribuida es de por sí una fracción de un total hipotético (es decir, ya constituye una muestra parcial), por lo que no debería ser un problema el hecho de haber realizado las inferencias funcionales a través de un muestreo. Lo que sí influye espacialmente son los criterios utilizados para escoger los individuos que serán estudiados: los planteamientos de un análisis funcional pueden no ser los mismos que los espaciales a la hora de *reducir* el tamaño de la población (generando con ello la “muestra”), lo cual implica que la *sub*-población muestral tendrá implicaciones espaciales de mayor o menor relevancia. Un muestreo espacial, para ser estadísticamente significativo, debe cumplir con unos requisitos **aleatorios** a la hora de escoger individuos respecto del total, tanto en el espacio como sobre la variabilidad de los atributos. Pero funcionalmente la discriminación puede estar más orientada a determinados criterios morfo-tipológicos, de materias primas, etc. Por ejemplo, puede darse la circunstancia de que por la selección practicada, la colección muestral sí sea aleatoria y no discrimine unos atributos sobre otros pero que, espacialmente, los individuos escogidos provengan de un sector concreto con mayor recurrencia de lo esperado (bajo condiciones de aleatoriedad). Por ello la pregunta que

debe plantearse en primer lugar es: ¿es espacialmente significativo este muestreo, realizado bajo criterios lítico-funcionales? O dicho de otro modo, ¿el criterio funcional (cualquiera que sea) ha sesgado/ocultado el patrón original de la distribución espacial? Bajo esta reflexión, dado el nivel de profundización de este trabajo, **no se han incluido** los análisis de funcionalidad en el análisis del espacio, a pesar de aportar *per se* información valiosa sobre el uso/consumo de la industria lítica.

5.5.3. La distribución de “restos de fauna” y su interrelación con otros elementos:

La categoría general e indiscriminada llamada “restos de fauna” es una población mucho mayor que la compuesta por restos líticos ($n = 3.753$ fragmentos óseos). Ésta se distribuye abundantemente sobre toda la “Zona IV”, superando en extensión y cantidad a la industria lítica (~2.600 casos más de diferencia). Al comprobar la nube de puntos, parece que los resultados que se extraerían de la distribución de la fauna podrían ser distintos a los líticos, si bien tal análisis no será tratado aquí. El objetivo de incluir los “restos de fauna” es el de intuir, mediante una mera visualización, la potencial relación de éstos con los demás elementos del registro anteriormente tratados. Por ello, solamente se ha aplicado un *kernel* bivalente de funciones *gaussiana* y *paraboloide*, obteniendo las siguientes representaciones visuales de esta “macrocategoría” genérica:

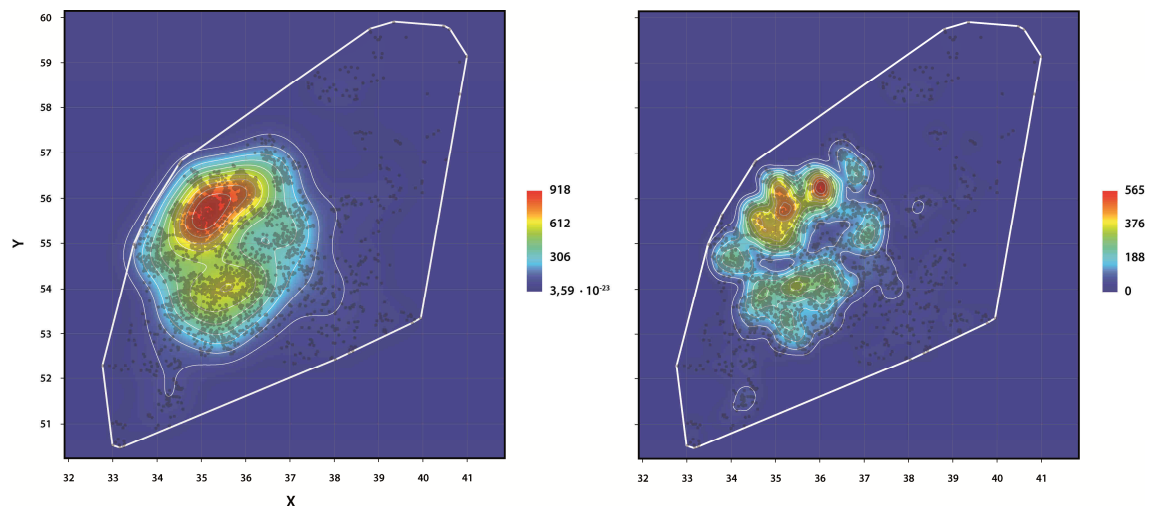


Figura 21: *densidades kernel* para la distribución de “restos de fauna” en toda la “Zona IV”. Se muestran los lugares en que la intensidad de aparición es probabilísticamente mayor (escala: azul oscuro < rojo); el polígono trazado por la línea blanca marca el “convex hull”. A la izquierda función *gaussiana* (*suavizado* moderado, menor definición), a la derecha función *paraboloide/cuadrática* (*suavizado* acentuado, mayor resolución); el radio r sobre el que se calcula el *kernel* es el mismo para las dos imágenes.

(Software: *PAST*)

Las densidades (figura 21) nos muestran cómo, en términos relativos, el área que se tuvo en cuenta para el análisis espacial lítico (estructuras A, B y exterior) es la que contiene la densidad de restos más significativa; a lo que debe añadirse que algunos de los espacios completamente vacíos de la imagen son causados por la propia morfología de la cavidad (estalagmitas, relieve, paredes...). En esa región más “céntrica” de la zona se observa una concentración importante relacionada con las estructuras: la Estructura B es la que mayor cantidad posee, distribuyéndose en su interior de manera distinta a la industria lítica, con acumulaciones significativamente separadas en el centro y el NNE. por una baja densidad, así como un descenso en el SSW. (al contrario que los restos líticos). En los alrededores de la Estr. B, tanto fuera de ella como en la Estr. A, se detectan densidades más bajas que la rodean, siendo muy relevante las rupturas que coinciden con los límites físicos de las construcciones. La conclusión es que los “restos de fauna” se concentran en la Estructura B de un modo particular, distinto a la industria lítica, y que en las proximidades hay una distribución de características diferentes (de igual modo en el exterior y la Estr. A). Es decir, los huesos de fauna no parecen organizarse en 3 espacios si no, intuitivamente, en dos: el “espacio delimitado por la Estr. B” y el “espacio que no es Estructura B” (conjuntamente la A y el exterior). En cualquier caso esta aproximación se ve severamente restringida por las ventajas y las carencias del kernel, por lo que de momento solo puede aventurarse que existe una diferenciación clara entre las dos áreas espaciales mencionadas en función de la acumulación de restos.

Como consideración final, cabe decir que se trata de una categoría generalista en la que no se hace distinción de variables tan distintas como lo son el taxón animal, la parte anatómica, las marcas de procesamiento antrópico (quemaduras, cortes, etc.), la inclusión de útiles óseos, trazas postdeposicionales biostratinómicas y diagenéticas (raíces, fragmentación, rodadura...), entre otras. El desarrollo futuro de todos estos atributos posibilitará un análisis de mayor profundidad, donde la asociación de esas variables a determinados patrones espaciales conllevará la detección de posibles actividades, acciones y recurrencias que permitan inferir sobre el uso y la gestión del espacio. Un ejemplo de esas posibles variables que aún quedan por analizar lo plantean restos óseos con trazas de ocre (colorante), los cuales muestran una nítida recurrencia hacia el *exterior* de las estructuras y una fuerte inhibición en el *interior*, mostrando un patrón típico binormal (*agregado*) en esa dirección (figura 22).

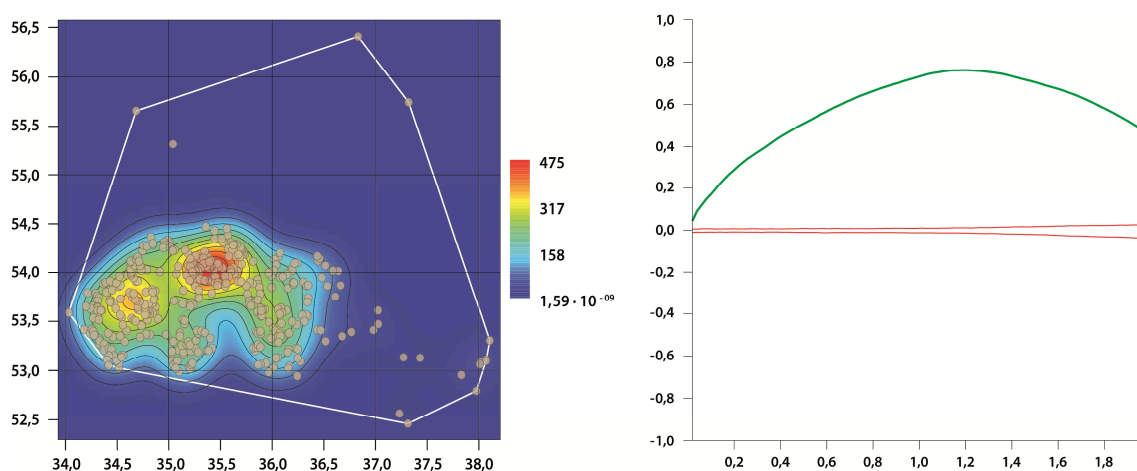


Figura 22: exploración visual-analítica mediante *kernel*/bivalente (intensidad significativa al S. de las estructuras A y B) y función *K* de Ripley (patrón muy *agregado*) para los “restos de fauna” que poseen trazas de ocre.

(Software: *PAST*)

5.6. Conclusiones analíticas y valoraciones:

Las conclusiones analíticas a las que se ha llegado son las siguientes. Las hipótesis de trabajo (1: qué tipo de variabilidad espacial existe en la “Zona IV” y qué diferencias internas presenta; 2: cómo se relaciona esa variabilidad con las distintas áreas artificialmente delimitadas) han sido confirmadas: **sí que hay diferentes tendencias en la variabilidad espacial de toda la zona y sí que existe relación entre éstas y las estructuras.**

En primer lugar y para todas las categorías, existe una dicotomía *interior/exterior* de las estructuras: la presencia de restos líticos y óseos es mucho más acusada en el interior de A y B que en el área exterior; por tanto el “proceso depositacional” (*generado por o vinculado a una determinada acción causal*) tiene como consecuencia que parte de sus efectos se reflejen en una industria lítica que tiende a aparecer con más frecuencia en los espacios *interiores*. Del mismo modo, tanto *interior* como *exterior* muestran dinámicas distintas: *dentro* de los límites de A y B existe como mínimo una tendencia que, salvo algún caso, es muy diferente a la de *fuera* (tendencias agrupadas frente a aleatorias, respectivamente).

Respecto a las diferencias entre categorías, los “restos de talla” suelen permanecer muy agrupados en los espacios *interiores* a la vez que muestran patrones aleatorios en el *exterior*. La distribución de los “soportes en lasca” y “laminares” prácticamente tienen el mismo patrón (aleatoriedad fuera, tendencias potencialmente aleatorias en A y concentración en el SW. de la Estructura B). El caso de los “retocados” solo puede

definirse como una tendencia de “pequeñas acumulaciones separadas entre ellas de forma aleatoria”. Como apunte sobre la *interpolación* puede decirse que el alto número de individuos en “restos de talla” “enmascara analíticamente” posibles tendencias en el interior de las estructuras, pero que aún así permite distinguir entre dinámicas *internas* y *externas*. Esto nos lleva a pensar, en general, que existe la posibilidad de trazar límites *interiores* y *exteriores* de las estructuras a partir de una caracterización cuantitativa; cosa que permite *ir más allá* del criterio visual-cualitativo que distingue límites espaciales a partir de unos elementos que, probablemente, sean difíciles de observar en el registro arqueológico.

Un aspecto muy relevante son los cambios en el patrón espacial en función de la escala de observación, cosa que puede interpretarse en términos de *intensidad* y *direccionalidad* del “proceso depositacional” y, por tanto, de la posible acción causal. La lógica que sigue cada modelo teórico (*aleatorio*, *agrupado* o *uniforme*; ver simulaciones en Maximiano, 2008) facilita una primera aproximación acerca de ello. Así pues, si el proceso es *agregado* existirá una *atracción paratendencia* a ocupar con mayor intensidad una localización concreta y a evitar otras de manera sistemática. El caso *aleatorio* se vincula a que no hay ninguna intención en ocupar un lugar específico de toda la región espacial, por lo que la acción causal de tal distribución de elementos tiene las mismas probabilidades de emplazarse en cualquier lugar.

Siendo la *agrupación* y la *aleatoriedad* las tendencias más presentes, el cambio de una a otra puede interpretarse *direccionalmente*, es decir, segregando intencionalidades en el espacio que secuencialmente conforman las distintas fases de una o varias acciones causales. Valga como ejemplo el hecho de que la depositación de lascas y láminas en A ocurre en la primera mitad de la estructura a través de un proceso causal que muestra *indiferencia* por la ubicación final que tendrán los restos (no hay relación entre categoría y localización en esa región espacial). En cambio, en la Estructura B puede verse como lascas y láminas se acumulan en el sector SW. y tienden a inhibir su presencia en el NE.; pero al mismo tiempo, el “proceso depositacional” vuelve a mostrar *indiferencia* “dentro” del propio sector SW. Es decir, probablemente la acción causal *distingue* espacios en el interior de la Estr. B pero concibe la parte SW. de ésta como una región espacial homogénea en el que *no importa* el lugar en el que termine estando uno de esos útiles líticos (ver figura 22). En el caso de los “restos de talla”, existen acciones causales que discriminan muy bien varias regiones espaciales en el interior de las estructuras: en A y B existen intenciones muy claras que muestran una *preferencia* por situar un ítem en un

lugar determinado más que en otros; a la par que, sobretudo en el caso de B, existen tendencias potencialmente distintas *al lado de* esas concentraciones. La dinámica que se identifica en el exterior de las estructuras es similar en los tres casos (“restos de talla”, “lascas” y “láminas”): el “proceso deposicional” incide de manera potencialmente aleatoria, por lo que las acciones realizadas (en caso de mostrar una recurrencia) ésta es baja y aunque hubiera habido repetición, la intencionalidad *no priorizaba* ningún lugar de esa región por encima de otro; aspecto que podría ocurrir también con los “retocados” en toda la “Zona IV”.

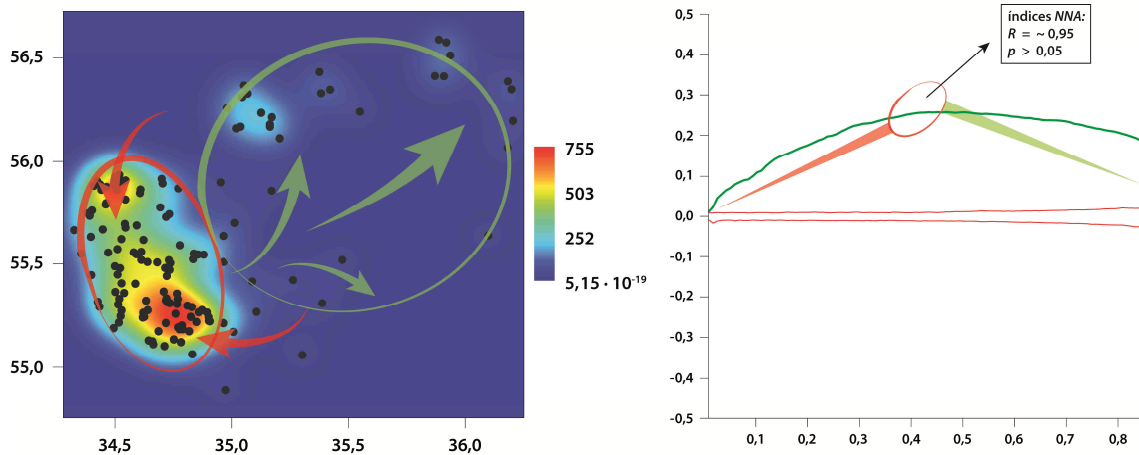


Figura 23: ejemplo sobre la *discriminación de espacios* y lo que aquí se ha llamado “direccionalidad” en la interpretación del “proceso deposicional”. Se trata de una exploración, usando *kernel*/bivariante y *K de Ripley*, acerca de la distribución de lascas y láminas en la Estructura B, donde ambas tenían resultados casi idénticos. El color rojo indica incremento de la tendencia agrupada (descenso de la distancia entre individuos), el verde indica aumento de la aleatoriedad (crece la separación entre restos líticos). Observado globalmente existe una acumulación en el SW. y una “aleatorización” hacia el NE., pero observados a menor escala ambos círculos poseen tendencias aleatorias. En el *kernel* queda reflejada la concentración (relativa) a través de la densidad y en *K de Ripley* se observa ese progresivo aumento de la acumulación y el progresivo descenso hacia la aleatoriedad. Estos cambios escalares quedan confirmados cuando se interpreta que la operación que realiza *K de Ripley* detecta el mayor nivel de agregación cuánta más área es incluida en el cálculo, es decir, cuando se compara la zona marcada como “de alta intensidad” por el *kernel* con aquella que tiene unos niveles bajos, pero al mismo tiempo, la zona de mayor concentración tiene una tendencia aleatoria tal como indican los resultados del *NNA*.

(Software: *PAST*)

(6)

Conclusiones: discusión de resultados y reflexión final

6.1. Interpretación de resultados: agrupación, aleatoriedad... ¿y ahora qué?

6.1.1. Valoración del análisis y su potencial en este caso de estudio:

Más allá de los resultados alcanzados en este trabajo, se hace patente el gran potencial que albergan tanto el conjunto de la Galería Inferior como la “Zona IV” en particular para estudiar determinadas implicaciones de los *espacios arqueológicos* durante la Prehistoria (en términos que ya sean sobre la formación del registro arqueológico o acerca de la organización social y cultural). A lo largo de estas páginas se ha llevado a cabo una aproximación con técnicas cuantitativas al estudio de las distribuciones espaciales de restos arqueológicos; haciendo hincapié en la necesidad de plantear ordenada y coherentemente el problema arqueológico a resolver. El análisis estructural de una distribución espacial es solamente el primer paso de un análisis *intra-site* de mayor complejidad y más pormenorizado, en el que los elementos más significativos y determinados diagnósticos acerca de la materialidad arqueológica deben ser considerados, estudiados y relacionados para extraer indicios sobre las acciones causales má verosímiles que configuraron una determinada gestión social de tales espacios. Debido a sus particularidades y a la complejidad práctica y conceptual del registro, los restos arqueológicos de la Galería Inferior de La Garma aún se encuentran en fase de estudio, por lo que sin duda en próximas etapas, las posibilidades analítico-interpretativas sobre el uso/gestión del espacio se verán multiplicadas exponencialmente al poder incluir más componentes al análisis.

Recordando las intenciones de realizar este trabajo, los cuales fueron llevar a cabo una introducción a determinados aspectos de la Arqueología Espacial *intra-site*, comprobar la eficacia de los planteamientos heurísticos sobre el problema arqueológico-espacial, y contrastar cuantitativamente la existencia de diferencias espaciales en la

“Zona IV” para servir a posteriores estudios (espaciales o no), se considera que se han cumplido las expectativas de partida. Aunque quizás lo más interesante es que, a la vista cómo han ido desarrollándose los resultados, se abren gran cantidad de posibilidades potencialmente fructíferas y renovadas.

6.1.2. Lectura arqueológica del análisis de la variabilidad espacial

En este trabajo no se aborda la causalidad concreta de las distribuciones espaciales, pero sí se definen las características de los procesos que las generaron. Éstos deben entenderse, como se ha sugerido (*vid.* 2.1. y 4.3.3), en función de “procesos depositacionales” y “trayectorias tafonómicas” (lo que ocurre desde la depositación hasta la recuperación arqueológica). Por este motivo lo que se ha pretendido es definir parte de la *mecánica espacial* que presentan los contextos arqueológicos, describiendo objetivamente algunos aspectos relacionados con fenómenos formativos y plantear la orientación hacia las posibles acciones causales de los mimos (los resultados estadísticos se resumen en el apartado 5.6.).

Si se considera que las dinámicas espaciales corresponden a “procesos formativos” específicos, entonces pueden distinguirse varios procesos con características propias según la sección del espacio analizada en la “Zona IV”. Lo que significa que, en primera instancia, los agentes naturales o antrópicos que hayan incidido sobre los restos arqueológicos lo han hecho de un modo espacialmente diferenciado. Las hipótesis de trabajo paralelas quedan confirmadas, tanto la segregación espacial en función de las tendencias que existan en más de un lugar de la distribución como el papel vinculante que ejercen las estructuras, **por todo ello puede afirmarse, desde un enfoque cuantitativo, que existe segregación/compartimentación espacial en la “Zona IV”.**

Sobre la importancia y las pautas que debería seguir la interpretación de los patrones espaciales, valgan las siguientes reflexiones en relación a la complejidad de la causalidad y a su nexo con sus respectivas consecuencias espaciales. La **Estructura A** es un lugar que muestra una predisposición a la depositación de las tres categorías principales (restos de talla, lascas y láminas)³³ en la mitad más próxima al potencial acceso (S.-SE.), mientras que en la mitad más alejada (N.-NW.) apenas hay presencia de restos líticos. El acceso más probable a la estructura, sugerido por la disposición de las rocas que ayudan a establecer los límites de ésta, se halla en esa parte S.-SE.: los 3 casos

³³ Como ya se ha expuesto en capítulos anteriores los “soportes retocados” son muy minoritarios, llegando incluso a dificultar y distorsionar los resultados analíticos. Por este motivo no se les han dado el adjetivo “principal”.

se localizan en sus inmediaciones pero las acumulaciones parecen “respetar” cierto vacío justo en la hipotética la entrada. Es decir, el “proceso depositacional” (cualquiera que fuera) tiende a incrementar la presencia de objetos líticos en la mitad SE. de la Estr. A, a medida que aumenta la distancia desde ese posible acceso. Aunque a escala humana esa distancia no es especialmente relevante (≤ 50 cm.), su recurrencia en los tres casos la convierten en uno de los “denominadores” comunes entre las potenciales acciones que generaron la distribución final de restos. La casuística puede ser diversa y puede implicar factores como un posible contexto de entrada/salida de la estructura, las dimensiones de ésta y su relación con la accesibilidad respecto al tamaño de una persona (actividades en espacio reducido), posibilidad de pisoteo, etc. La cuestión gira en torno a qué tipo de acción causal pudo haber tenido lugar ahí analizando una fracción a través de los efectos espacialmente distribuidos. Para ello pueden y deben *inter*-relacionarse desde el tamaño de la estructura y su *in*-capacidad de albergar actividades en su interior hasta el hecho de que una acción genere distribuciones muy concretas, las cuales pueden presentar determinada variabilidad y cambios a diversas escalas. Por ejemplo, la acción de “tirar” (en el marco del abandono o gestión del residuo) dentro de la estructura de toda una serie de objetos que ya no tienen utilidad implica que la zona más cercana a la entrada puede estar afectada por pisoteo (generando una distribución concreta, cierto grado de fragmentación, etc.) y potencialmente más vacía. Asimismo la acción explícita del desechado puede no requerir o causar un patrón específico en una localización, provocando que exista una probabilidad significativamente aleatoria de que los objetos se ubiquen en uno u otro lugar a causa de que la acción se comporta, a esa escala, con “*indiferencia* espacial”. Pero al mismo tiempo, ese mismo fenómeno puede mostrar “*preferencia* espacial” a una escala mayor: el criterio sociocultural que condiciona el desechado implica la elección de un lugar o región espacial (discriminación respecto a una gran superficie), entre cuyos límites las personas no conciben diferencias y, por tanto, provoca una “*indiferencia* espacial” que genera aleatoriedad en la distribución de restos en dicha fracción del espacio. En otras palabras, la resolución de la problemática espacial está relacionada con la escala de observación: un fenómeno no sucede con una homogeneidad espacialmente infinita (al menos las acciones humanas no lo son), por lo que los cambios de tendencia están indicando límites espaciales en las acciones/actividades, *variando en el espacio*, por lo que la interpretación de cualquier dinámica espacial debe ser inherentemente escalar (porque el objeto de estudio así lo

requiere). En este sentido la función *K de Ripley* es útil, mientras que otros medios como “*k-means*” o los mapas de densidades solo aportan una información parcial y limitada.

En el caso de la **Estructura B** podemos observar como prácticamente todos los restos líticos se encuentran separados del límite SE. por una distancia algo menor de 40 cm, “frontera” en la que se puede asumir que se encuentra el acceso (único o doble, *vid.* disposición de las rocas en la figura 5). En el sector del límite SW. se encuentra, con diferencia, la mayor concentración de objetos de toda la estructura (y también toda la “Zona IV”): las acumulaciones más meridionales (S.-SW.) de las 3 categorías (sobretudo “restos de talla”) se posicionan sobre una piedra irregular (23 x 14 cm. aprox.), lo que otorga un grado de intencionalidad antrópica, y acto seguido láminas y lascas se concentran principalmente entre esta acumulación y la esquina superior (W.-NW.). La tendencia a la concentración es más abrupta en el caso de estas dos últimas categorías, cuya distribución fuera del lateral SW. solamente abarca la adyacencia a las rocas que señalan los límites (salvo alguna excepción no significativa); así pues, parece que en la parte central-este de la estructura existe una intencionalidad que impide la presencia de estos restos. Los “restos de talla” están ampliamente extendidos pero, en su mayor parte, ocupan la zona central-oeste de la Estr. B, y lo hacen de un modo menos denso y relativamente más aleatorio que los situados sobre la piedra S.-SW. y sus inmediaciones. En conclusión, los “procesos depositacionales” tienden a acumular objetos líticos en el sector SW. y a mantener despejado el NE. El proceso causal muestra indicios de complejidad: **i)** posibilidad de acumulación intencional de varios elementos sobre la piedra situada en el S.-SW. (pudiendo ir desde acciones relacionadas con la gestión del desecho hasta actividades vinculadas a procesos de talla), **ii)** distinción de subáreas dentro de la misma estructura (entrada/tránsito *vs.* zona dónde se llevan a cabo alguna actividad) con las dinámicas y trayectorias tafonómicas que ello implica (reflejo espacial de gestos voluntarios o involuntarios de acciones concretas tanto en caso de producción como de gestión del residuo, posibilidad de “limpieza” o de mantener despejadas algunas áreas, pisoteo, etc.). Estadísticamente, todas estas posibilidades podrían detectarse en la misma línea desarrollada para la Estructura A: ¿existe una zona de atracción que a su vez inhiba la presencia de objetos en otro lugar?, ¿hubo un criterio cultural que discriminó localizaciones a la hora de realizar una acción, cosa detectable a medida que se vaya incluyendo más ítems localizados, aumento así el espacio analizado? Es decir, una proporción menor de casos, que a su vez posee un determinado patrón espacial y que se encuentra en adyacencia a un cambio brusco hacia la acumulación y una mayor

intensidad de casos, solo es identificable a través de la comparación de la tendencia que muestra esa distribución a diversos niveles, describiendo en su trayectoria de cambios la evolución de la variabilidad espacial que ha provocado una acción/proceso causal concreto.

En la **zona exterior a las estructuras** existe una recurrencia en las tendencias observadas, mostrando de un modo u otro un grado significativo de aleatoriedad. El “proceso depositacional” y tafonómico muestra, o bien una predisposición a no discriminar el emplazamiento de un objeto, o a hacerlo únicamente a escala local *repeliendo* o *agrupando* conjuntos solo a cierta escala mientras presenta una aleatoriedad global de toda la población. Asimismo destaca la enorme reducción en la presencia (cantidades absolutas y relativas/proporcionales) de objetos líticos en general y “restos de talla” en particular, sugiriendo que la gestión espacial tiende a inhibir *intencionalmente* la presencia de estos últimos en esta zona en comparación al interior de las estructuras. Como apunte necesario e interesante, cabe recordar la distribución de huesos de fauna con ocre en el SW., sin que haya apenas ninguno en el interior de las estructuras. La causalidad de este tipo de distribuciones es igualmente compleja, aunque podría proponerse que existe *de facto* una estrecha relación con el carácter “morfológicamente abierto” del área. Si ésta no está constreñida por límites artificiales, la superficie disponible es de mayor tamaño que la existente en el interior de las estructuras y cualquier circulación por el interior de la cavidad la convierte en una zona de tránsito. Además alberga posibles actividades que, por sus características, no pudieron desempeñarse en el interior de A y B. El pisoteo provocado por el tránsito de personas en esa área, la posibilidad de que se llevaran a cabo actividades recurrentes sin una localización explícita más allá de la necesidad de estar en el *exterior* (por el motivo que fuera), cuestiones relacionadas con la forma de iluminar una parte de la cavidad a la que no llega la luz solar, etc. son factores que pudieron influir sobre los “procesos depositacionales”.

6.2. Discusión *sin-tesis*:

los clásicos, paradigmas pasivos y “cajas negras”; por una interdisciplinariedad real

Además de servir como introducción al análisis espacial *intra-site* y sus técnicas, la elección del registro arqueológico de la Galería Inferior (aún en fase de estudio) para

este trabajo se sitúa en un marco de reflexión metodológica más amplio. En su concepción clásica, el análisis espacial pretende establecer una relación interpretativa entre unos ítems arqueológicos ya estudiados, es decir, debe efectuarse *al final* de la investigación (Pallarés, 2000: 207-214). Es evidente que, tras una caracterización en profundidad (morfo-técnica, funcional, taxonómica, tafonómica, etc.), los restos arqueológicos ofrecen un mayor número de posibilidades para elaborar categorías analíticas con mayor grado de “significancia”, más aún al haber incidido en la importancia de éstas últimas a lo largo de los capítulos anteriores. En este sentido el estudio del espacio parece tener un cariz “definitivo”, tras el cual se da por concluido el sector o yacimiento en cuestión. Vemos pues como existen casos en los que, habiéndose cuestionado la propuesta interpretativa inicial, los esfuerzos de revisión han sido limitados. Valga como ejemplo el “paradigma de Pincevent” (Leroi-Gourhan y Brezillon, 1972), reformulado desde la cuantificación (Simek y Larick, 1983) y puesto en duda (Binford, 1983), así como discutido comparativamente más tarde (Carr, 1991). Aun siendo uno de los yacimientos más concurridos por la literatura, no ha habido una alternativa sólida que cuestionase o confirmara el modelo estructuralista original (de tipo “subjetivista”, *vid.* 2.2). Esto supone un paradigma en el que la “validez histórica” de un yacimiento queda sujeta a la integridad (*in situ*) de los contextos arqueológicos. De este modo el análisis espacial vuelve a ser el “arte de leer” determinados contextos, interpretándolos a través del bagaje etnográfico y los paralelismos que puedan establecerse con ejemplos similares, lo que lo convierte casi en la construcción de un “escenario” en el que “revivir” al Pasado. O, por el contrario, dejándolo en la irrelevancia bajo el argumento de que la interpretación social no es posible debido a la “incidencia postdeposicional”. Además, se suma el aparato analítico empleado, el cual no permite caracterizar en profundidad las distribuciones espaciales: en eso destacan el uso combinado, generalizado y en ocasiones indiscriminado de “*k-means*” (Kintigh y Ammerman, 1982), mapas de densidades (Enloe *et alii*, 1994) y *kernels* (Baxter *et alii*, 1997). En este marco la analítica espacial *intra-site* adquiere un rol pasivo y queda paralizada, a merced del resto de subdisciplinas (por ejemplo, dónde hay más restos de fauna o del mismo taxón, si el mismo tipo de instrumentos están en un lugar u otro, si los restos están lejos o próximos a los hogares, etc.).

A lo largo de las páginas precedentes se ha reafirmado la necesidad de una analítica cuantitativa de corte heurístico porque, como ha podido observarse, aporta una información no accesible desde la mera inspección visual, por lo que ambas deberían

complementarse. Las técnicas estadísticas requieren de un conocimiento suficiente sobre su forma de operar, acerca de sus principios, sus fortalezas y debilidades. Es decir, *qué* indican los números y *cuánto* es necesario para que un índice sea significativo en uno u otro sentido, porqué aparecen unos resultados y no otros, o porqué los resultados de tales técnicas encajan o no con los de otras. Pasar por alto el funcionamiento numérico y estocástico supone obtener resultados sin conocer su procedencia real, impidiendo establecer una interpretación detallada de la variabilidad espacial. Lo que coloquialmente se califica como una “caja negra” en la que de manera acrítica *entran y salen* cómputos, gráficos y mapas, pudiendo causar negligencias en la comprensión de la *mecánica espacial* que nos puede reportar el análisis de distribuciones espaciales. En realidad se trata de la misma reflexión que atañe a los SIG: “técnica” es conceptualmente sinónima de “herramienta”, por lo que siempre producirá resultados, mas no por ello serán correctos o coherentes a menos que éstos sí expresen una vinculación *real* entre cosas (*sensu* Barceló y Pallarés, 1996). Cabe recordar lo mencionado al final del segundo capítulo (*vid.* 2.6): ni la cuantificación ni los SIG solucionan el problema espacial *per se*, únicamente son medios de trabajo útiles con los que aprehender y representar, formal y visualmente, relaciones entre categorías y variables formuladas con antelación.

Sea ya en sentido analítico u ontológico, este trabajo se posiciona desde una perspectiva donde Espacio *es* relación (Tobler, 1970; Clarke, 1977a): esta afirmación incumbe a todo el Registro Arqueológico y por tanto estará presente haya o no un estudio previo de los restos. El análisis espacial trata con unas entidades materiales que se *traducen* en geodatos en los que se registra la ubicación de cualquier elemento arqueológico, por lo que decantarse por uno u otro formato constituye un aspecto fundamental ya desde la fase de recuperación, teniendo una repercusión posterior en la posible aplicación de series analíticas y su interpretación (Maximiano, 2013a). De una parte, desde que comienzan a registrarse la localización de los restos se obtiene información espacial que puede ser tratada: la toma y análisis de geodatos durante la intervención permite tomar decisiones sobre ésta y reconducir las técnicas de excavación, muestreo, etc. (Maximiano y Gómez-Romero, 2010). Éstas y otras posibilidades de *decidir* sobre la intervención aportan flexibilidad a la misma, optando por la praxis que más se adecue a cada contexto arqueológico, introduciendo en la “recuperación” un componente heurístico que puede facilitar la resolución del problema espacial (*vid.* 4.2).

Por otro lado, la implementación de una metodología orientada a confirmar hipótesis serviría para aumentar el grado de confianza en la interpretación, tanto de los

espacios arqueológicos como de los restos en sí. Es decir, la riqueza sociocultural del registro no tiene siempre una solidez empírica (Otte, 2012), lo cual es fruto tanto de la conservación como de la etapa de recuperación y el estudio posterior. La coordinación entre un análisis de las relaciones espaciales (*siempre* presentes aunque de significado desconocido) y un estudio de los materiales podría dar lugar a la reciprocidad, creando un entorno favorable al intercambio continuo y complementario de información. De este modo, además de las categorías analíticas al estilo clásico (expuesto más arriba), las necesidades formales para la interpretación espacial pueden ser planteadas con anterioridad al registro de toda evidencia arqueológica (sintetizadas en datos) por parte de las otras subdisciplinas³⁴; esto atorga al análisis espacial una función necesaria, en paralelo a las otras, adquiriendo así un rol *activo* en el proceso de investigación.

De este trabajo puede extraerse que la fragmentación de la industria lítica puede ser una variable de estudio importante para contrastar espacios de tránsito, por ejemplo; o que los criterios morfotipológicos no siempre sirven para diferenciar espacios, caso de la relación lasca-lámina, las cuales tienen distribuciones similares como consecuencia de gestionar de manera parecida el mismo tipo de objeto (bajo criterios “depositacionales”); etc. Puesto que la *significación* de los contextos arqueológicos (espaciotemporales por definición) sigue siendo compleja, el objetivo es incrementar el conocimiento sobre ellos dotando a los restos arqueológicos de *más* contenido empírico y formal (información social y tafonómica), tendiendo puentes por los que fluya la información entre subdisciplinas. Con ello no se pretende hacer una mera adición de la espacialidad y los atributos de cada objeto, si no asumir bajo una misma perspectiva que ambas son *intrínsecas* e *indisolubles* porque forman parte del conjunto de propiedades de toda entidad físico-material; y los contextos, que ulteriormente sostienen la carga interpretativa, se configuran por la *intersección* y *relación* entre dichas propiedades (*sensu* Barceló *et alii*, 2006).

Sustentado en estos argumentos, el análisis de los *espacios arqueológicos* tiene aún mucho que aportar. Si en algo destaca la Galería Inferior es el grado de preservación de unos restos de por sí peculiares, los cuales ya cuentan con una trayectoria consolidada de estudios coordinados por los directores del complejo arqueológico de La Garma.

³⁴ No olvidemos que la fase de recuperación es un proceso de obtención de datos y, en un sentido lógico-formal, sigue una reflexión próxima al método hipotético-deductivo. Esto quiere decir que “primero se piensa y luego se actúa en consecuencia”, asumiendo el riesgo de omitir aquello en lo que no se había pensado: la información que se recoge es únicamente aquella de la que concebimos su existencia, ignorando cualquier otra fuente que se encuentre fuera de nuestro orden conceptual de cosas.

En definitiva, explotar el potencial durante y después del trabajo de campo puede ayudar a mejorar la comprensión contextual de las evidencias arqueológicas en cualquier yacimiento; se trata pues de profundizar en esa interdisciplinariedad que tanto caracteriza a la Arqueología.

(7)

Bibliografía

Nota: todos los enlaces *web* han sido consultados entre los meses de Noviembre y Junio, años 2012 y 2013 respectivamente. Igualmente se ha comprobado que, a fecha de la defensa, todos y cada uno de los vínculos siguen operativos.

Septiembre de 2013

Adánez, J. 1986 “Nuevas generaciones de análisis espacial y Arqueología contextual: una crítica”. *Arqueología Espacial* 7: pp. 7-20.

Adánez, J. 1998 *Una aproximación antropológica a la interpretación del espacio en arqueología: una historia del debate teórico contemporáneo y una conceptualización del espacio doméstico*. Tesis doctoral inédita, Universidad Complutense de Madrid.

Aldenderfer, M. 1998 “Quantitative methods in archaeology: a review of recent trends and developments”. *Journal of Archaeological Research* 6 (2): pp. 91-120.

Aldenderfer, M. y Maschner, H. D. G. (eds.) 1996 *Anthropology, space, and Geographic Information Systems*. Oxford University Press, New York.

Ammerman, A. J. 1992 “Taking stock of quantitative archaeology”. *Annual Review of Anthropology* 21: pp. 231-255.

Arias, P. 2009 “Rites in the dark? An evaluation of the current evidence for ritual areas at Magdalenian cave sites”. *World Archaeology* 41 (2): pp. 262-294.

Arias, P. y Ontañón, R. 2008 “Zona Arqueológica de La Garma (Omoño, Ribamontán al Monte). Campañas 2000-2003” en R. Ontañón (coord.) *Actuaciones arqueológicas en Cantabria 2000-2003*. Consejería de Cultura, Turismo y Deporte del Gobierno de Cantabria: pp. 43-60.

Arias, P. y Ontañón, R. 2012 “La Garma (Spain): long-term human activity in a karst system” en K. A. Bergsvik y R. Skeates (eds.) *Caves in context: the cultural significance of caves and rockshelters in Europe*. Oxbow Books, Oxford: pp. 101-117.

Arias, P.; González, C.; Moure, A. y Ontañón, R. 2000a “Estudio integral del complejo arqueológico de La Garma (Omoño, Ribamontán al Monte)” en R. Ontañón (coord.) *Actuaciones arqueológicas en Cantabria 1984-1999*. Consejería de Cultura, Turismo y Deporte del Gobierno de Cantabria: pp. 271-278.

Arias, P.; González, C.; Moure, A. y Ontañón, R. 2000b “La zona arqueológica de La Garma (Cantabria): investigación, conservación y uso social”. *Trabajos de Prehistoria* 57 (2): pp. 41-56.

Arias, P.; González, C.; Moure, A. y Ontañón, R. 2001 *La Garma: un descenso al pasado*. Consejería de Cultura, Turismo y Deporte del Gobierno de Cantabria (2ª ed.), Santander.

Arias, P. ; Laval, E. ; Menu, M. ; González, C. y Ontañón, R. 2011a “Les colorants dans l’art pariétal et mobilier paléolithique de La Garma (Cantabrie, Espagne)”. *L’anthropologie* 115: pp. 425-445.

Arias, P.; Ontañón, R., Álvarez-Fernández, E.; Cueto, M.; Elorza, M.; García-Moncó, C.; Güth, A.; Iriarte, M.-J.; Teira, L. C. y Zurro, D. 2011b “Magdalenian floors in the Lower Gallery of La Garma: a preliminary report” en S. Gaudzinski-Windheuser, O. Jöris, M. Sensburg, M. Street y E. Turner (eds.) *Come in... and find out: opening a new door into the analysis of hunter-gatherer social organisation and behaviour. Proceedings of colloquium 58 at 15th UISPP conference in Lisbon, September 2006: «Site-internal spatial organization of hunter-gatherer societies: case studies from the European Palaeolithic and Mesolithic»*. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz: pp. 31-51.

Baena, J. 2003 “La arqueología peninsular y los SIG: presente y futuro”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet* 5 (1): 12 pp.

<http://ucm.es/info/arqueoweb/pdf/5-1/baena.pdf>

Baena, J. y Ríos, P. 2006 “Realidad y abstracción: límites de la integración de datos en los SIG” en I. Grau (ed.) *La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*. Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alacant: pp. 15-27.

Baena, J.; Blasco, C. y Quesada, F. (eds.) 1997 *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*. Ediciones de la UAM, Madrid.

Bailey, G. 2007 "Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time". *Journal of Anthropological Archaeology* 26: pp. 198-223.

Bailey, G. y Galanidou, N. 2009 "Caves, palimpsests and dwelling spaces: examples from the Upper Palaeolithic of south-east Europe". *World Archaeology* 41 (2): pp. 215-241.

Bailey, T. C. y Gatrell, A. C. 1995 *Interactive spatial data analysis*. Pearson Education - Prentice Hall, Singapore.

Barceló, J. A. 2002 "Archaeological thinking: between space and time" *Archeologia e Calcolatori* 13: pp. 237-257.

Barceló, J. A. 2006 "Multidimensional spatial analysis in archaeology: beyond the GIS paradigm" en T. Uno (ed.) *Reading historical spatial information from around the world: studies of culture and civilization based on Geographic Information Systems*. International Research Center for Japanese Studies, Kyoto: pp. 75-98.

Barceló, J. A. 2007a "Automatic Archaeology: bridging the gap between Virtual Reality, Artificial Intelligence and Archaeology" en F. Cameron y S. Kenderdine (eds.) *Theorizing digital cultural heritage: a critical discourse (Media in transition)*. The MIT Press, Cambridge: pp. 437-456.

Barceló, J. A. 2007b *Arqueología y Estadística 1: introducción al estudio de la variabilidad de las evidencias arqueológicas*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

Barceló, J. A. y Maximiano, A. M. 2008 "Some notes regarding distributional analysis of spatial data" en A. Posluschny, K. Lambers e I. Herzog (eds.) *Layers of perception: proceedings of the 35th CAA (Berlin, April 2-6, 2007)*. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte vol. 10, Bonn: pp. 282-287.

Barceló, J. A. y Pallarés, M. 1996 "A critique of GIS in Archaeology: from visual seduction to spatial analysis". *Archeologia e Calcolatori* 7: pp. 313-326.

Barceló, J. A. y Pallarés, M. 1998 "Beyond GIS: the archaeology of social spaces". *Archeologia e Calcolatori* 9: pp. 47-80.

Barceló, J. A.; Maximiano, A. M. y Vicente, O. 2006 "La multidimensionalidad del espacio arqueológico: teoría, matemáticas y visualización" en I. Grau (ed.) *La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*. Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante: pp. 29-40.

Barceló, J. A.; Mameli, L.; Maximiano, A. y Vicente, O. 2008 "New computational and mathematical methods for archaeological fieldwork at the Extreme South of the Populated World". *Arctic Anthropology* 46 (1-2): pp. 203-214.

Bate, L. F. 1998 *El proceso de investigación en arqueología*. Crítica, Barcelona.

Baxter, M. J. 1994 *Exploratory multivariate analysis in archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Baxter, M. J. 2003 *Statistics in Archaeology*. Arnold Publishers and Oxford University Press, New York.

Baxter, M. J.; Beardah, C. C. y Wright, R. V. S. 1997 "Some archaeological applications of Kernel Density Estimates". *Journal of Archaeological Science* 24: pp. 347-354.

Bertalanffy, L. von 1950 "An outline of General System Theory". *The British Journal for the Philosophy of Science* 1 (2): pp. 134-165.

Besag, J. E. 1977 Comentario al artículo de B. D. Ripley "Modelling spatial patterns". *Journal of the Royal Statistical Society (Series B)* 39 (2): pp. 193-195.

Bevan, A. y Conolly, J. 2006 "Multiscalar approaches to settlement pattern analysis" en G. Lock y B. L. Molyneaux (eds.) *Confronting scale in Archaeology: issues of theory and practice*. Springer Science, New York: pp. 217-234.

Binford, L. R. 1972 *An archaeological perspective*. Seminar Press, New York.

Binford, L. R. 1977 "General introduction" en L. R. Binford (ed.) *For theory building in archaeology: essays on faunal remains, aquatic resources, spatial analysis, and systemic modelling*. Academic Press, New York: pp. 1-10.

Binford, L. R. 1978 "Dimensional analysis of behaviour and site structure: learning from an eskimo hunting stand". *American Antiquity* 43 (3): p. 330-361.

Binford, L. R. 1981 "Behavioral archaeology and 'Pompeii Premise'". *Journal of Anthropological Research* 37 (3): pp. 195-208.

Binford, L. R. 1983 *In pursuit of the past: decoding the archaeological record*. Thames and Hudson, New York.

Binford, L. R. 1986 "In pursuit of the future" en D. Meltzer, J. Sabloff y D. Fowler (eds.) *American Archaeology: past and future*. Smithsonian Institution Press, Washington DC: pp. 459-479.

Blankholm, H. P. 1991 *Intrasite spatial analysis in theory and practice*. Aarhus University Press, Århus.

Boone, Y. 1976 "Les structures d'habitat au Mésolithique" en H. de Lumley (dir.) *La Préhistoire française (tome I): les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France*. Éditions du CNRS, Paris: pp. 664-676.

Burrough, P. A. y McDonnell, R. A. 1998 *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford.

Burton, I. 1963 "The quantitative revolution and theoretical geography". *Canadian Geographer* VII (4): pp. 151-162.

Butzer, K. W. 1982 *Archaeology as human ecology*. Cambridge University Press, New York.

Carr, C. 1985 "Alternative models, alternative techniques: variable approaches to intrasite spatial analysis" en C. Carr (ed.) *For concordance in archaeological analysis: bridging data structure, quantitative technique and theory*. Westport, Kansas City: pp. 302-473.

Carr, C. 1991 "Left in the dust: contextual information in model-focused archaeology" en E. M. Kroll y T. D. Price (eds.) *The interpretation of archaeological patterning*. Plenum Press, New York: pp. 221-256.

Castro, P. V.; Lull, V. y Micó, R. 1993 "Arqueología: algo más que Tafonomía". *Arqueología Espacial* 16-17: pp. 19-28.

Castro, P. V.; Chapman, R. W.; Gili, S.; Lull, V.; Micó, R.; Rihuete, C.; Risch, R. y Sanahuja Yll, M. E. 1996 "Teoría de las prácticas sociales". *Complutum Extra* 6 (II): pp. 35-48.

Chapman, J. 1995 "Llocs com a marques del temps en l'arqueologia del paisatge". *Cota Zero* 11: pp. 94-99.

Clark, P. J. y Evans, F. C. 1954 "Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations". *Ecology* 35 (4): pp. 445-453.

Clark, G. A. y Stafford, C. R. 1982 "Quantification in American Archaeology: a historical perspective". *World Archaeology* 14 (1): pp. 98-119.

Clark, G. A.; Effland, R. W. y Johnstone, J. C. 1977 "Quantitative spatial analysis: computer applications of nearest neighbour and related approaches to the analysis of objects distributed across two-dimensional space" en S. Laflin (ed.) *Computer Applications in Archaeology 1977*. University of Birmingham Computer Centre, Birmingham: pp. 27-44.

Clarke, D. L. 1968 *Analytical archaeology*. Methuen, London.

Clarke, D. L. 1972 "Models and paradigms in archaeology" en D. L. Clarke (ed.) *Models in archaeology*. Methuen, London: pp. 1-60.

Clarke, D. L. 1977a "Spatial information in archaeology" en D. L. Clarke (ed.) *Spatial archaeology*. Academic Press, London: pp. 1-32.

Clarke, D. L. (ed.) 1977b *Spatial archaeology*. Academic Press, London.

Conolly, J. y Lake, M. 2006 *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

C.P.R.E.S. 1985 *Sota Palou, Campdevànol: un centre d'intervenció prehistòrica postglaciar a l'aire lliure*. Centre d'Investigacions Arqueològiques, Diputació de Girona.

- Craig, N.; Aldenderfer, M. y Moyes, H. 2006 "Multivariate visualization and analysis of photomapped artifact scatters". *Journal of Archaeological Science* 33: 1617-1627.
- Cressie, N. A. C. 1991 *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons Interscience, New York.
- Criado, F. 1991 "Construcción social del espacio y reconstrucción arqueológica del paisaje". *Boletín de Antropología Americana* 24: pp. 5-30.
- Criado, F. 2012 *Arqueológicas, la razón perdida. La construcción de la inteligencia arqueológica*. Edicions Bellaterra, Barcelona.
- Cruz Berrocal, M. 2009 "Feminismo, teoría y práctica de una arqueología científica". *Trabajos de Prehistoria* 66 (2): pp. 25-43.
- Cruz Rot, M. de la 2006 "Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas". *Ecosistemas* 15 (3): pp. 19-39.
- D'Andrea, A.; Gallotti, R. y Piperno, M. 2002 "Taphonomic interpretation of the Developed Oldowan site of Garba IV (Melka Kunture, Ethiopia) through GIS application". *Antiquity* 76: pp. 991-1.001.
- Dacey, M. F. 1973 "Statistical tests of spatial association in the locations of tool types". *American Antiquity* 38 (3): pp. 320-328.
- Dale, M. R. T. 1999 *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dawson, P.; Levy, R.; Gardner, D. y Walls, M. 2007 "Simulating the behaviour of light inside arctic dwellings: implications for assessing the role of vision in task performance". *World Archaeology* 39 (1): pp. 17-35.
- Delavar, M. R. y Devillers, R. 2010 "Spatial data quality: from process to decisions". *Transactions in GIS* 14 (4): pp. 379-386.
- DeMers, M. N. 2005 *Fundamentals of Geographical Information Systems*. John Wiley & Sons (3rd ed.), New Jersey.

Desbrosse, R. y Kozłowski, J. K. 1994 *Les habitats préhistoriques: des Australopithèques aux premiers agriculteurs*. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques - Université Jagellon, Paris-Cracovie.

Devilleers, R.; Stein, A.; Bédard, Y.; Chrisman, N.; Fisher, P. y Shi, W. 2010 "Thirty years of research on spatial data quality: achievements, failures and opportunities". *Transactions in GIS* 14 (4): pp. 387-400.

Diggle, P. J. 2003 *Statistical analysis of spatial point patterns*. Arnold Publishers (2nd edition), London.

Dixon, P. M. 2002 "Ripley's K function" en A. H. El-Shaarawi y W. W. Piegorsch (eds.) *Encyclopaedia of Environmetrics*. Wiley & Sons Ltd., Chichester: pp. 1.796-1.803.

Djindjian, F. 1999 "L'analyse spatiale de l'habitat: un état de l'art". *Archeologia e Calcolatori* 10: pp. 17-32.

Efremov, I. A. 1940 "Taphonomy: a new branch of Paleontology". *Pan American Geologist* 74: pp. 81-93.

Eglen, S. J.; Lofgreen, D. D.; Raven, M. A. y Reese, B. E. 2008 "Analysis of spatial relationships in three dimensions: tools for the study of nerve cell patterning". *BMC Neuroscience* 9 (68): pp. 7.

Enloe, J. G.; David, F. y Hare, T. S. 1994 "Patterns of faunal processing at Section 27 of Pincevent: the use of spatial analysis and ethnoarchaeological data in the interpretation of archaeological site structure". *Journal of Anthropological Archaeology* 13: pp. 105-124.

Espiago, J. y Baena, J. 1997 "Los Sistemas de Información Geográfica como tecnología informática aplicada a la Arqueología y la gestión del patrimonio" en J. Baena, C. Blasco y F. Quesada (eds.) *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*. Ediciones de la UAM, Madrid: pp. 7-65.

Fernández-Martínez, V. M. 2000 *Teoría y Método de la Arqueología*. Síntesis (2^a edición), Madrid.

Fortin, M.-J. y Dale, M. R. T. 2005 *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.

Fortin, M.-J.; Dale, M. R. T. y Ver Hoef, J. 2002 "Spatial analysis in Ecology" en A. H. El-Shaarawi y W. W. Piegorsch (eds.) *Encyclopaedia of Environmetrics*. Wiley & Sons Ltd., Chichester: pp. 2.051-2.058.

Frischer, B. 2008 "Introduction: from digital illustration to digital heuristics" en B. Frischer y A. Dakouri-Hild (eds.) *Beyond illustration: 2D and 3D digital technologies as tools for discovery in archaeology*. BAR International Series 1805. Archaeopress, Oxford: pp. V-XXIV.

Fritz, J. M. y Plog, F. 1970 "The nature of archaeological explanation". *American Antiquity* 35 (4): pp. 405-412.

Gallotti, R.; Mohib, A.; El Graoui, M.; Sbihi-Alaoui, F. Z. y Raynal, J.-P. 2011 "GIS and intra-site spatial analyses: an integrated approach for recording and analyzing the fossil deposits at Casablanca prehistoric sites (Morocco)". *Journal of Geographic Information System* 3: pp. 373-381.

Gallotti, R.; Lembo, G. y Peretto, C. 2012 "Mapping three-dimensional density patterns for analyzing artefact (re)distribution trends in Palaeolithic sites". *Advances in Anthropology* 2 (2): pp. 39-48.

Gamble, C. 1986 *The Palaeolithic settlement of Europe*. Cambridge University Press, Cambridge.

Gamble, C. S. 1991 "An introduction to the living spaces of mobile peoples" en C. S. Gamble y W. A. Boismier (eds.) *Ethnoarchaeological approaches to mobile campsites*. International Monographs in Prehistory, Michigan: pp. 1-23.

Gándara, M. 1987 "Hacia una teoría de la observación en arqueología". *Boletín de Antropología Americana* 15: pp. 5-13.

García, D. 2008 "El concepto de escala y su importancia en el análisis espacial" en F. T. Maestre, A. Escudero y A. Bonet (eds.) *Introducción al análisis espacial de datos en Ecología y Ciencias Ambientales: métodos y aplicaciones*. Dykinson, Madrid: pp. 35-73.

- Getis, A. y Franklin, J. 1987 "Second-order neighborhood analysis of mapped point patterns". *Ecology* 68 (3): pp. 473-477.
- Gibbon, G. 2005 "Epistemology" en C. Renfrew y P. Bahn (eds.) *Archaeology: the key concepts*. Routledge, New York: pp. 89-94.
- Gifford, D. P. 1981 "Taphonomy and Paleoecology: a critical review of Archaeology's sister disciplines" a M. B. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory, volume 4*. Academic Press, New York: p. 365-438.
- Gigerenzer, G. y Gaissmaier, W. 2011 "Heuristic decision making". *Annual Review of Psychology* 62: pp. 451-482.
- González Marcén, P. (coord.) 2000 *Arqueología Espacial (volumen 22). Espacios de género en arqueología*. Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, Teruel.
- González Pérez, C. A. 1998 "GIS, Arqueología y Paisaje: una crítica constructiva". *Arqueología Espacial* 19-20: pp. 71-77.
- Gooding, D. C. 2008 "Envisioning explanation: the art in science" en B. Frischer y A. Dakouri-Hild (eds.) *Beyond illustration: 2D and 3D digital technologies as tools for discovery in archaeology*. BAR International Series 1805, Oxford: pp. 1-20.
- Goreaud, F. y Pélissier, R. 1999 "On explicit formulas to edge effect correction for Ripley's K-function". *Journal of Vegetation Science* 10: pp. 433-438.
- Gould, R. A. 1980 *Living Archaeology*. Cambridge University Press, New York.
- Graham, I. 1980 "Spectral analysis and distance methods in the study of archaeological distributions". *Journal of Archaeological Science* 7: pp. 105-129.
- Grau, I. (ed.) 2006 *La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*. Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alacant.
- Greig-Smith, P. 1952 "The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities". *Annals of Botany* 16: pp. 293-316.

- Greig-Smith, P. 1964 *Quantitative plant ecology*. Methuen (2ª edición), London.
- Guillamón, C. y Wünsch, G. 1986 “Cap a una «objectivació» de la dimensió espacial en Arqueologia”. *Arqueologia Espacial* 7: pp. 21-32.
- Haining, R. P. 2003 *Spatial data analysis: theory and practice*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hammer, Ø. 2011 *Point pattern analysis with PAST*.
<http://nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf>
- Hammer, Ø. 2012 *PAST, Paleontological Statistics: reference manual (version 2.17)*.
<http://nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf>
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001 “PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis”. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Harris, T. M. y Lock, G. R. 1995 “Toward an evaluation of GIS in European archaeology: the past, present and future of theory and applications” en G. Lock y Z. Stančić (eds.) *Archaeology and Geographical Information Systems*. Taylor & Francis, Bristol: pp. 349-365.
- Harvey, D. 1969 *Explanation in Geography*. Edward Arnold Publishers, London.
- Hietala, H. J. (ed.) 1984 *Intrasite spatial analysis in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hietala, H. J. y Stevens, D. E. 1977 “Spatial analysis: multiple procedures in pattern recognition studies”. *American Antiquity* 42 (4): pp. 539-559.
- Hjulström, B. y Isaksson, S. 2009 “Identification of activity area signatures in a reconstructed Iron Age house by combining element and lipid analyses of sediments”. *Journal of Archaeological Science* 36: pp. 174-183.
- Hodder, I. 1982 *Symbols in action: ethnoarchaeological studies of material culture*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hodder, I. 1984 "New generations of spatial analysis in Archaeology". *Arqueología Espacial* 1: pp. 7-24.

Hodder, I. 1987 "The meaning of discard: ash and domestic space in Baringo" en Kent, S. (ed.) *Method and theory for activity area research: an ethnoarchaeological approach*. Columbia University Press, New York: pp. 424-448.

Hodder, I. 1988 "From space to place: current trends in spatial archaeology". *Arqueología Espacial* 12: pp. 9-15.

Hodder, I. 1999 *The archaeological process: an introduction*. Blackwell Publishing, Singapore.

Hodder, I. y Hutson, S. 2003 *Reading the Past: current approaches to interpretation in archaeology*. Cambridge University Press (3rd edition), New York.

Hodder, I. y Orton, C. 1976 *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ingold, T. 1993 "The temporality of the landscape". *World Archaeology* 25 (2): pp. 152-174.

Jackson, D.; Troncoso, A. y Salazar, D. 2012 "Hacia una crítica de la práctica de la Arqueología Social Latinoamericana" en H. Tantaleán y M. Aguilar (coord.) *La Arqueología Social Latinoamericana: de la teoría a la praxis*. Ediciones Uniandes, Bogotá: pp. 67-82.

Jafari-Mamaghani, M.; Andersson, M. y Krieger, P. 2010 "Spatial point pattern analysis of neurons using Ripley's *K*-function in 3D". *Frontiers in Neuroinformatics* 4: 10 pp.

Jiménez, V. 2008 "El ciclo formativo del registro arqueológico. Una alternativa a la dicotomía deposicional/posdeposicional". *Zephyrus* LXII: pp. 125-137.

Johnson, I. 1977 "Local density analysis" en S. Laflin (ed.) *Computer Applications in Archaeology 1977*. University of Birmingham Computer Centre, Birmingham: pp. 90-98.

Johnson, M. 1999 *Archaeological theory: an introduction*. Blackwell Publishers, Oxford.

Kansa, E. C.; Kansa, S. W. y Watrall, E. (eds.) 2011 *Archaeology 2.0.: new approaches to communication and collaboration*. Cotsen Institute of Archaeology, UC Los Angeles.

Katsianis, M. 2012 "Conceptual and practical issues in the use of GIS for archaeological excavations" en A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores y C. Papadopoulos (eds.) *Thinking beyond the tool: archaeological computing and the interpretive process*. BAR International Series 2344, Archaeopress, Oxford: pp. 51-71.

Katsianis, M.; Tsipidis, S.; Kotsakis, K. y Kousoulakou, A. 2008 "A 3D digital workflow for archaeological intra-site research using GIS". *Journal of Archaeological Science* 35: pp. 655-667.

Kent, S. 1987a "Understanding the use of space: an ethnoarchaeological approach" en S. Kent (ed.) *Method and theory for activity area research: an ethnoarchaeological approach*. Columbia University Press, New York: pp. 1-60.

Kent, S. (ed.) 1987b *Method and theory for activity area research: an ethnoarchaeological approach*. Columbia University Press, New York.

Kintigh, K. W. 1990 "Intrasite spatial analysis: a commentary on major methods" en A. Voorrips (ed.) *Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework*. Studies in Modern Archaeology vol. 3, Holos, Bonn: pp. 165-200.

Kintigh, K. W. y Ammerman, A. J. 1982 "Heuristic approaches to spatial analysis in archaeology". *American Antiquity* 47 (1): pp. 31-63.

Kroll, E. M. y Price, T. D. (eds.) 1991 *The interpretation of archaeological patterning*. Plenum Press, New York.

Kvamme, K. L. 1995 "A view from across the water: the North American experience in archaeological GIS" en G. Lock y Z. Stančić (eds.) *Archaeology and Geographical Information Systems*. Taylor & Francis, Bristol: pp. 1-14.

Lancaster, J. y Downes, B. J. 2004 "Spatial point patterns analysis of available and exploited resources". *Ecography* 27: 94-102.

Laplace, G. 1971 "De l'application des coordonnées cartésiennes à la fouille stratigraphique". *Munibe* 2 (3): pp. 223-236.

Laplace-Jaureche, G. y Méroc, L. 1954a "Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement". *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 51 (1-2): pp. 58-66.

Laplace-Jaureche, G. y Méroc, L. 1954b "Complément à notre note sur l'application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement". *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 51 (7): pp. 291-293.

Law, R.; Illian, J.; Burslem, D. F. R. P.; Gratler, G.; Gunatilleke, C. V. S. y Gunatilleke, I. A. U. N. 2009 "Ecological information from spatial patterns of plants: insights from point process theory". *Journal of Ecology* 97: pp. 616-628.

Lefebvre, H. 1974 *La production de l'espace*. Anthropos, Paris.

Leone, M. P.; Potter, P. B. y Shackel, P. A. 1987 "Toward a critical archaeology". *Current Anthropology* 28 (3): pp. 283-302.

Leroi-Gourhan, A. 1964 *Le geste et la parole (vol. I): technique et langage*. Éditions Albin Michel, Paris.

Leroi-Gourhan, A. 1965 *Le geste et la parole (vol. II): la mémoire et les rythmes*. Éditions Albin Michel, Paris.

Leroi-Gourhan, A. 1976 "L'habitat au Paléolithique supérieur" en A. Leroi-Gourhan (dir.) *Les structures d'habitat au paléolithique supérieur. UISPP IXe congrès, Colloque XIII (Nice, 15 septembre)*. CNRS, Paris: pp. 85-92.

Leroi-Gourhan, A. y Brezillon, M. 1972 *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (La Section 36)*. VIIème Supplément à *Gallia Préhistoire*, Editions du CNRS, Paris.

Llobera, M. 1996 "Exploring the topography of mind: GIS, social space and Archaeology". *Antiquity* 70: pp. 612-622.

Llobera, M. 2011 "Archaeological visualization: towards an Archaeological Information Science (AISC)". *Journal of Archaeological Method and Theory* 18 (3): pp. 193-223.

- Lloyd, C. D. y Atkinson, P. M. 2004 "Archaeology and Geostatistics". *Journal of Archaeological Science* 31: pp. 151-165.
- Lock, G. y Stančić, Z. (eds.) 1995 *Archaeology and Geographical Information Systems*. Taylor & Francis, Bristol.
- López Aguilar, F. 1984 "Superficies y volúmenes: aspectos de la construcción teórica en arqueología". *Boletín de Antropología Americana* 10: pp. 23-34.
- Lull, V. y Micó, R. 1997 "Teoría arqueológica I. Los enfoques tradicionales: las arqueologías evolucionistas e histórico-culturales". *Revista d'Arqueologia de Ponent* 7: pp. 107-128.
- Lull, V. y Micó, R. 1998 "Teoría Arqueológica II. La arqueología procesual". *Revista d'Arqueologia de Ponent* 8: pp. 61-78.
- Lull, V. y Micó, R. 2002 "Teoría arqueológica III. Las primeras arqueologías posprocesuales". *Revista d'Arqueologia de Ponent* 11-12: pp. 21-41.
- Lumley, H. de (dir.) 1969 *Une cabane acheuléenne dans la Grotte du Lazaret (Nice)*. Mémoires de la Société Préhistorique Française (tome 7), Paris.
- Lumley, H. de y Boone, Y. 1976a "Les structures d'habitat au Paléolithique inférieur" en H. de Lumley (dir.) *La Préhistoire française (tome I): les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France*. Éditions du CNRS, Paris: pp. 625-643.
- Lumley, H. de y Boone, Y. 1976b "Les structures d'habitat au Paléolithique moyen" en H. de Lumley (dir.) *La Préhistoire française (tome I): les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France*. Éditions du CNRS, Paris: pp. 644-655.
- Lumley, H. de; Pillard, B. y Pillard, F. 1969 "L'habitat et les activités de l'homme du Lazaret" en H. de Lumley (dir.) *Une cabane acheuléenne dans la Grotte du Lazaret (Nice)*. Mémoires de la Société Préhistorique Française (tome 7), Paris: pp. 183-222.
- Lyman, R. L. 2010 "What Taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference". *Journal of Taphonomy* 8 (1): pp. 1-16.

Lynch, H. J. y Moorcroft, P. R. 2008 "A spatiotemporal Ripley's K -function to analyze interactions between spruce budworm and fire in British Columbia, Canada". *Canadian Journal of Forest Research* 38: pp. 3.112-3.119.

Maguire, D. J. 1991 "An overview and definition of GIS" en D. J. Maguire, M. Goodchild y D. W. Rhind (eds.) *Geographical Information Systems: principles and applications (volume 1)*. Longman Scientific & Technical, New York: pp. 9-20.

Marks, A. E. 1971 "Settlement patterns and intrasite variability in the Central Negev, Israel". *American Anthropologist* 73: pp. 1.237-1.244.

Maximiano, A. M. 2008 *Teoría geoestadística aplicada al análisis de la variabilidad espacial arqueológica 'intra-site'*. Tesis doctoral inédita, Universitat Autònoma de Barcelona:

<http://tesisenred.net/handle/10803/5526>

Maximiano, A. M. 2012 "Geoestadística y arqueología: una nueva perspectiva analítico-interpretativa en el análisis espacial intra-site". *Analitika: revista de anàlisis estadístic* 4 (1): pp. 79-91.

Maximiano, A. M. 2013a "Datos óptimos para la caracterización espacial y temporal de la variabilidad arqueológica a escala intra-site". *GeoFocus* 13 (1): pp. 131-153.

Maximiano, A. M. 2013b "Experimentando con distribuciones espaciales en CPU: simulación estocástica y visualización como complementos analíticos en el análisis espacial arqueológico" en A. Palomo, R. Piqué y X. Terradas (eds.) *Experimentación en arqueología: estudio y difusión del pasado. Actas del 3er Congreso Internacional de Arqueología Experimental. Banyoles (Girona), octubre 2011*. Serie monográfica del Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona: pp. 487-493.

Maximiano, A. M. y Gómez-Romero, F. 2010 "Avances en la aplicación del método geoestadístico de analítica espacial en Fortín Otamendi (1858-1896)". *Revista de Arqueología Histórica Argentina y Latinoamericana* 4: pp. 117-133.

Maximiano, A. M.; Arias, P. y Ontañón, R. en prensa "A specific approach for a peculiar site: new spatial technologies for recording and analyzing a Palaeolithic site (La Garma)" en G. Earl, T. Sly, A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska y D. Wheatley

(eds.) *CAA 2012: Proceedings of the 40th annual conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Southampton, England.*

McCoy, M. D. y Ladefoged, Th. N. 2009 "New developments in the use of spatial technology in Archaeology". *Journal of Archaeological Research* 17: pp. 263-295.

McGuire, R. H. 1992 *A Marxist archaeology*. Academic Press, San Diego.

McNutt, Ch. H. 1981 "Nearest neighbors, boundary effect, and the Old Flag Trick: a general solution". *American Antiquity* 46 (3): pp. 571-592.

McPherron, S. J. P. 2005 "Artifact orientations and site formation processes from total station proveniences". *Journal of Archaeological Science* 32: pp. 1003-1014.

McPherron, S. J. P.; Dibble, H. L. y Goldberg, P. 2005 "Z". *Geoarchaeology: an International Journal* 20 (3): pp. 243-262.

Møller, J. y Waagepetersen, R. P. 2004 *Statistical inference and simulation for spatial point processes*. Chapman & Hall / CRC, Boca Raton.

Møller, J. y Waagepetersen, R. P. 2007 "Modern statistics for spatial point processes". *Scandinavian Journal of Statistics* 34 (4): pp.643-684.

Næørø, A. J. 1997 "Spatial patterns in intrasite analysis: an interpretative perspective". *Norwegian Archaeological Review* 30 (1): pp. 1-15.

Nigro, J. D.; Ungar, P. S.; De Ruiter, D. J. y Berger, L. R. 2003 "Developing a Geographic Information System (GIS) for mapping and analyzing fossil deposits at Swartkrans, Gauteng Province, South Africa". *Journal of Archaeological Science* 30: pp. 317-324.

Ontañón, R. 2003 "Sols et structures d'habitat du Paléolithique Supérieur, nouvelles données depuis les Cantabres: la Galerie Inférieure de La Garma (Cantabrie, Espagne)". *L'anthropologie* 107: pp. 333-363.

Ontañón, R. 2009 "La ampliación de una declaración: el arte rupestre paleolítico de la Cornisa Cantábrica". *Patrimonio Cultural de España* 2: pp. 179-191.

Ontañón, R. y Arias, P. 2012 “Decorated plaquettes from Magdalenian habitation floors in the Lower Gallery at La Garma (Cantabria, Spain)” en J. Clottes (dir.) *L’art pléistocène dans le monde / Pleistocene art of the world / Arte pleistoceno en el mundo*. Actes du Congrès IFRAO, Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010. Symposium «Art mobilier pléistocène». Numéro spécial de *Préhistoire, art et sociétés: bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées* LXV-LXVI: pp. 1.393-1.410.

Orton, C. 1980 *Mathematics in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Orton, C. 1982 “Stochastic process and archaeological mechanism in spatial analysis”. *Journal of Archaeological Science* 9: pp. 1-23.

Orton, C. 2004 “Point pattern analysis revisited”. *Archeologia e Calcolatori* 15: pp. 299-315.

Otte, M. 2012 “The management of space during the Paleolithic”. *Quaternary International* 247: pp. 212-229.

Pallarés, M. 2000 *Teoria i mètode sobre l'anàlisi espacial en arqueologia. La gestió de l'espai social a l'interior de l'assentament de la Font del Ros*. Tesis doctoral inédita, Universitat Autònoma de Barcelona.

Pastors, A. y Weniger, G.-C. 2011 “Cave art in context: methods for the analysis of the spatial organization of cave sites”. *Journal of Archaeological Research* 19 (4): pp. 377-400.

Pielou, E. C. 1959 “The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant populations”. *Journal of Ecology* 47 (3): pp. 607-613.

Pielou, E. C. 1969 *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience, Chichester.

Pinder, D.; Shimada, I. y Gregory, D. 1979 “The nearest-neighbor statistic: archaeological application and new developments”. *American Antiquity* 44 (3): pp. 430-445.

Pólya, G. 1957 *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press, Princeton.

Premo, L. S. 2004 "Local spatial autocorrelation statistics quantify multi-scale patterns in distributional data: an example from the Maya Lowlands". *Journal of Archaeological Science* 31: pp. 855-866.

Rapp, G. y Hill, C. L. 2006 *Geoarchaeology: the earth-science approach to archaeological interpretation*. Yale University Press (2^a ed.), London.

Read, D. W. 1989 "Statistical methods and reasoning in archaeological research: a review of praxis and promise". *Journal of Quantitative Anthropology* 1: pp. 5-78.

Read, D. W. 1990 "The utility of mathematical constructs in building archaeological theory" en A. Voorrips (ed.) *Mathematics and information science in archaeology: a flexible framework*. Studies in Modern Archaeology vol. 3, Holos, Bonn: pp. 29-60.

Renfrew, C. y Bahn, P. 1991 *Archaeology: theories, methods and practice*. Thames and Hudson, New York.

Rigaud, J.-Ph. 1976 "Les structures d'habitat d'un niveau de Périgordien supérieur du Flageolet I (Bézenac, Dordogne)" en A. Leroi-Gourhan (dir.) *Les structures d'habitat au paléolithique supérieur. UISPP IXe congrès, Colloque XIII (Nice, 15 septembre)*. CNRS, Paris: pp. 93-102.

Ripley, B. D. 1976 "The second-order analysis of stationary point processes". *Journal of Applied Probability* 13 (2): pp. 255-266.

Ripley, B. D. 1977 "Modelling spatial patterns". *Journal of the Royal Statistical Society (Series B)* 39 (2): pp. 172-212.

Ripley, B. D. 1979 "Tests of 'randomness' for spatial point patterns". *Journal of the Royal Statistical Society (Series B)* 41 (3): pp. 368-374.

Ripley, B. D. 1981 *Spatial statistics*. John Wiley & Sons 41, New York.

Ripley, B. D. 1988 *Statistical inference for spatial processes*. Cambridge University Press, Cambridge.

Sánchez, J.-E. 1981 *El espacio social del poder*.

- Sánchez, J.-E. 1993 *Espacio, economía y sociedad*.
- Sanz, N. 1993 "Para una lógica social del espacio en Prehistoria". *Complutum* 4: pp. 239-252.
- Schiffer, M. B. 1972 "Archaeological context and systemic context". *American Antiquity* 37 (2): p. 156-165.
- Shiffer, M. B. 1974 "On Whallon's use of Dimensional Analysis of Variance at Guila Naquitz". *American Antiquity* 39 (3): pp. 490-492.
- Shiffer, M. B. 1976 *Behavioural Archaeology*. Academic Press, New York.
- Schiffer, M. B. 1983 "Toward the identification of formation processes". *American Antiquity* 48 (4): p. 675-706.
- Schiffer, M. B. 1987 *The formation processes of the archaeological record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Schiffer, M. B. 1988 "The structure of archaeological theory" en *American Antiquity* 53 (3): pp. 461-485.
- Scott, D. W. 1992 *Multivariate density estimation: theory, practice, and visualization*. John Wiley & Sons, New York.
- Shahack-Gross, R.; Mashall, F.; Ryan, K. y Weiner, S. 2004 "Reconstruction of spatial organization in abandoned Maasai settlements: implications for site structure in the Pastoral Neolithic of East Africa". *Journal of Archaeological Science* 31: pp. 1.395-1.411.
- Shanks, M. y Tilley, C. 1987 *Social theory and Archaeology*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Shanks, M. y Tilley, C. 1992 *Re-constructing Archaeology: theory and practice*. Routledge (2nd edition), London.
- Shennan, S. 1988 *Quantifying archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh.

- Simek, J. F. 1984 "Integrating pattern and context in spatial archaeology". *Journal of Archaeological Science* 11: pp. 405-420.
- Simek, J.F. 1987 "Spatial order and behavioural change in the French Paleolithic". *Antiquity* 61: pp. 25-40.
- Simek, J. F. y Larick, R. R. 1983 "The recognition of multiple spatial patterns: a case study from French Upper Paleolithic". *Journal of Archaeological Science* 10: pp. 165-180.
- Snow, D. R.; Gahegan, M.; Giles, C. L.; Hirth, K. G.; Milner, G. R.; Mitra, P. y Wang, J. Z. 2006 "Cybertools and Archaeology". *Science* 311: pp. 958-959.
- Stein, J. K. 1990 "Archaeological stratigraphy". *Geological Society of America* (Centennial Special Volume 4): pp. 513-523.
- Stoyan, D. 2006 "Fundamentals of point process statistics" en A. Baddeley, P. Gregori, J. Mateu, R. Stoica y D. Stoyan (eds.) *Case studies in spatial point processes modelling*. Lecture Notes in Statistics volume 185, Springer Science, New York: pp. 3-22.
- Thomas, D. H. 1978 "The awful truth about statistics in archaeology". *American Antiquity* 43 (2): pp. 231-244.
- Thompson, H. R. 1956 "Distribution of distance to Nth neighbour in a population of randomly distributed individuals". *Ecology* 37 (2): pp. 391-394.
- Tilley, Ch. 1994 *A phenomenology of landscape: places, paths and monuments*. Berg Publishers, Oxford.
- Tobler, W. R. 1970 "A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region". *Economic Geography* 46: pp. 234-240.
- Trigger, B. G. 1989 *A history of archaeological thought*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Trigger, B. G. 1995 "Expanding middle-range theory". *Antiquity* 69: pp. 449-458.
- Upton, G. J. G. y Fingleton, B. 1985 *Spatial analysis by example, volume 1: point pattern and quantitative data*. John Wiley & Sons, Chichester.

Vargas, I. 1985 "Modo de vida: categoría de las mediaciones entre formación social y cultural". *Boletín de Antropología Americana* 12: pp. 5-16.

Vargas, I. 1990 *Arqueología, ciencia y sociedad: ensayo sobre teoría arqueológica y la Formación Económico Social Tribal en Venezuela*. Abre Brecha, Caracas.

Vela, F. 1995 "Para una Prehistoria de la vivienda: aproximación historiográfica y metodológica al estudio del espacio doméstico prehistórico". *Complutum* 6: pp. 257-276.

Vicente, O. 2005 *La aplicación de 'nuevas tecnologías' de visión computacional en el registro y la modelización de yacimientos arqueológicos*. Tesis de Master inédita, Universitat Autònoma de Barcelona.

Wand, M. P. y Jones, M. C. 1995 *Kernel smoothing*. Chapman & Hall, London.

Wandsnider, L. 1996 "Describing and comparing archaeological spatial structures". *Journal of Archaeological Method and Theory* 3 (4): pp. 319-384.

Watson, P. J. 1973 "Explanations and models: the prehistorian as philosopher of science and the prehistorian as excavator of the past" en C. Renfrew (ed.) *The explanation of culture change: models in Prehistory*. Gerald Duckworth, Liverpool: pp. 47-52.

Watson, P. J.; LeBlanc, S. A. y Redman, Ch. L. 1971 *Explanation in Archaeology: an explicitly scientific approach*. Columbia University Press, New York.

Watson, R. A. 1991 "What the New Archaeology has accomplished". *Current Anthropology* 32 (3): pp. 275-291.

Weiss, E.; Kislev, M. E.; Simchoni, O.; Nadel, D. y Tschauer, H. 2008 "Plant-food preparation area on an Upper Paleolithic brush hut floor at Ohalo II, Israel". *Journal of Archaeological Science* 35: pp. 2.400-2.414.

Wheatley, D. y Gillings, M. 2002 *Spatial technology and Archaeology: the archaeological applications of GIS*. Taylor and Francis, London.

Whallon, R. 1973a "Spatial analysis of palaeolithic occupation areas" en C. Renfrew (ed.) *The explanation of culture change: models in Prehistory*. Gerald Duckworth, Liverpool: pp. 115-130.

Whallon, R. 1973b "Spatial analysis of occupation floors I: application of dimensional analysis of variance". *American Antiquity* 38 (3): pp. 266-278.

Whallon, R. 1974 "Spatial analysis of occupation floors II: the application of nearest neighbour analysis". *American Antiquity* 39 (1): pp. 16-34.

Whallon, R. 1984 "Unconstrained clustering for the analysis of the spatial distributions in archaeology" en H. J. Hietala (ed.) *Intrasite spatial analysis in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge: pp. 242-277.

Wood, W. R. y Johnson, D. L. 1978 "A survey of disturbance processes in archaeological site formation" en M. B. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory, volume 1*. Academic Press, New York: pp. 315-381.

Wünsch, G. 1989 "La organización interna de los asentamientos de comunidades cazadoras-recolectoras: el análisis de las interrelaciones espaciales de los elementos arqueológicos". *Trabajos de Prehistoria* 46 (1): 13-34.

Wünsch, G. 1991 "Del estudio de la organización espacial al análisis de las interrelaciones espaciales de los elementos arqueológicos" en A. Vila (coord.) *Arqueologia*. CSIC, Madrid: pp. 195-208.

Wünsch, G. 1992 *L'estudi de les associacions d'elements de combustió (AEC) en el marc de l'anàlisi de les interrelacions espacials dels elements arqueològics (ANITES)*. Tesis doctoral inédita, Universitat Autònoma de Barcelona.

Wünsch, G. 1996 "Reflexiones sobre la aplicación de instrumentos cuantitativos para el análisis de la articulación espacial del registro arqueológico: una propuesta alternativa". *Arqueologia Espacial* 15: pp. 103-147.

Wünsch, G. 1998 "Debating about the graphic representation of the spatial distributions of points: 3-D vs. 2-D" en J. A. Barceló, I. Briz y A. Vila (eds.) *New techniques for old times, CAA 98: computer applications and quantitative methods in archaeology. Proceedings of the 26th Conference, Barcelona, March 1998*. Archaeopress (BAR International Series 757), Oxford: pp. 171-174.

Wünsch, G. y Guillamón, C. 1986 “Aproximació crítica a l’anàlisi «sincrònica» dels assentaments de Caçadors-Recol·lectors”. *Arqueologia Espacial* 7: pp. 51-62.

Yellen, J. E. 1977 *Archaeological approaches to the present: models for reconstructing the Past*. Academic Press, New York.

Zamora, M. y Baena, J. 2010 “Los SIG en la arqueología española: una valoración ‘CAA’ del contexto actual”. *CPAG: Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 20: pp. 49-64.

Zubrow, E. B. W. 2005a “Spatial analysis, time and cultural evolution” en J.-F. Berger, F. Bertonecello, F. Braemer, G. Davtian y M. Gazenbeek (dir.) *Temps et spaces de l’homme en société: analyses et modèles spatiaux en archéologie. XXV^e rencontres internationales d’archéologie et d’histoire d’Antibes, 21-23 octobre 2004*. Éditions APDCA, Antibes: pp. 19-29.

Zubrow, E. B. W. 2005b “Prehistoric space: an archaeological perspective”. *Journal of World Anthropology: occasional papers* 2 (1): pp. 1-42.

Anexo: software utilizado

Adobe Illustrator® CS 6

Versión: 16.0.0 (2012)

CrimeStat III

Versión: 3.3 (2012)

Referencia: Levine, N. 2010 *CrimeStat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (v 3.3)*. Ned Levine & Associates, Houston (TX) and the National Institute of Justice, Washington, DC.

ESRI® ArcGIS 10

Versión: 10.0 (2012)

Microsoft® Office 2003 (Professional Edition)

Office Access

Versión: 11.8321.8403 (2003)

Office Excel

Versión: 11.8347.8403 (2003)

PAST: Paleontological Statistics

Versión: 2.17c (2012)

Acceso: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

Manual: *PAST, Paleontological Statistics reference manual (ver. 2.17)*. Øyvind Hammer
<http://nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf>

Referencia: Hammer, Ø.; Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001 "PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis". *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Voxler® 3

Versión: 3.3.1843 (2012)